

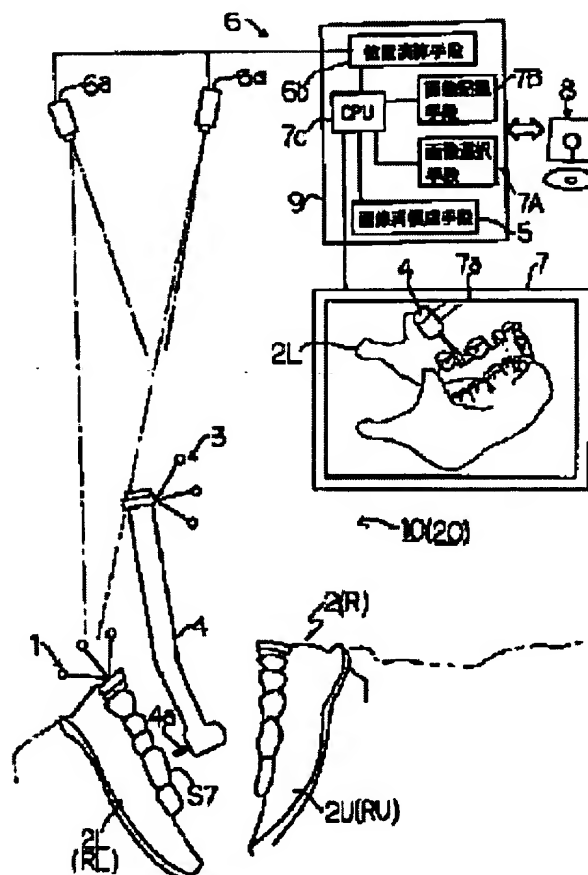
# DENTAL PRACTICE METHOD BY RECONSTRUCTION IMAGE, DENTAL PRACTICE SYSTEM, RECORDING MEDIUM RECORDING PROGRAM EMBODYING THE METHOD AND DENTAL DISPLAY SYSTEM BY RECONSTRUCTION IMAGE AND PROGRAM EMBODYING THE SYSTEM

**Patent number:** JP2001051593  
**Publication date:** 2001-02-23  
**Inventor:** MIYAHARA MASATO; MATOBA KAZUNARI; SUZUKI MASAKAZU; NAKAI SHOJI; TACHIBANA AKIFUMI  
**Applicant:** MORITA MFG  
**Classification:**  
 - international: G09B23/28; A61B19/00; A61C19/00; G06T1/00  
 - european:  
**Application number:** JP19990226474 19990810  
**Priority number(s):** JP19990226474 19990810

Report a data error here

## Abstract of JP2001051593

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain dental practice method by such reconstruction images which enable the distinct displaying, recognizing and data making of the state of a dental practice and may be preserved and reutilized. **SOLUTION:** A tooth and jaw model 2 installed with a prescribed position markers 1 and 3, a treatment appliance 4, an image reconstruction means 5 which forms their arbitrary sectional or perspective reconstruction images from the three-dimensional data of the tooth and jaw model 2 and the treatment appliance 4, a position measuring means 6 which measures the three-dimensional positions and inclinations of the tooth and jaw model 2 and the treatment appliance 4 by detecting the position markers 1 and 3 and an image display means 7 which superposes and displays the reconstruction image of the tooth and jaw model 2 and the reconstruction image of the treatment appliance 4 according to the three-dimensional relative relations of the tooth and jaw model 2 and the treatment appliance 4 calculated from the data obtained by the position measuring means 6 are used. The dental practice is carried out by the images displayed on an image display means 7.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-51593  
(P2001-51593A)

(43) 公開日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 9 B 23/28		C 0 9 B 23/28	2 C 0 3 2
A 6 1 B 19/00	5 0 2	A 6 1 B 19/00	5 0 2 4 C 0 5 2
A 6 1 C 19/00		A 6 1 C 19/00	Z 5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00		G 0 6 F 15/62	3 9 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数49 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平11-226474

(22) 出願日 平成11年8月10日 (1999.8.10)

(71) 出願人 000138185

株式会社モリタ製作所  
京都府京都市伏見区東浜南町680番地

(72) 発明者 宮原 征人

京都府京都市伏見区東浜南町680番地 株  
式会社モリタ製作所内

(72) 発明者 的場 一成

京都府京都市伏見区東浜南町680番地 株  
式会社モリタ製作所内

(74) 代理人 10008/664

弁理士 中井 宏行

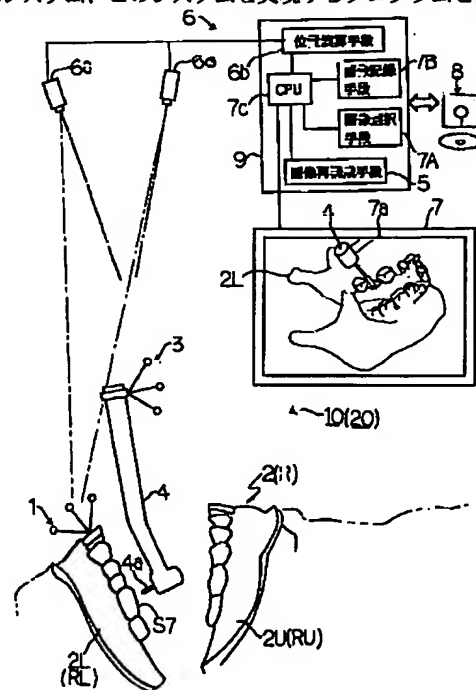
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 再構成画像による歯科実習方法、歯科実習システム、この方法を実現するプログラムを記録した記録媒体、及び、再構成画像による歯科表示システム、このシステムを実現するプログラムを記

(57) 【要約】

【課題】 歯科実習の状態が明確に表示、把握、データ化でき、保存して再利用できるような再構成画像による歯科実習方法を提供する。

【解決手段】 所定の位置マーカ1、3を設置した歯顎模型2、治療器具4と、この歯顎模型2と治療器具4の3次元データからそれらの任意の断面または斜視の再構成画像を生成する画像再構成手段5と、位置マーカ1、3を検知することによって歯顎模型2と治療器具4との3次元的位置と傾きを測定する位置測定手段6と、位置測定手段6によって得られたデータから算出した歯顎模型2と治療器具4との3次元相対関係にしたがって、歯顎模型2の再構成画像と治療器具4の再構成画像とを重ねて表示する画像表示手段7とを用い、画像表示手段7に表示された画像によって歯科実習を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の位置マーカを設置した歯顎模型、治療器具と、この歯顎模型の3次元データからその歯顎模型の任意の断面または斜視の再構成画像を生成し、この治療器具の3次元データからその治療器具の任意の断面または斜視の再構成画像を生成する画像再構成手段と、前記位置マーカを検知することによって上記歯顎模型と治療器具との3次元的な位置と傾きを測定する位置測定手段と、

この位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具との3次元的な相対関係にしたがって、上記歯顎模型の再構成画像と上記治療器具の再構成画像とを重畳して表示する画像表示手段とを用い、上記画像表示手段に表示された画像によって歯科実習を行うことを特徴とする再構成画像による歯科実習方法。

【請求項2】 請求項1において、

更に、上記位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具との3次元的な相対関係にしたがって、歯科実習目的に合わせて、表示すべき歯顎模型と治療器具との断面または斜視を選択する画像選択手段を備え、上記画像表示手段は、この画像選択手段によって選択された断面あるいは斜視に応じて、上記歯顎模型と治療器具の再構成画像を重畳して表示することを特徴とする再構成画像による歯科実習方法。

【請求項3】 請求項1または2のいずれかにおいて、上記位置測定手段が、所定の位置に固定された撮像手段と、この撮像手段から得られた上記位置マーカのデータから上記歯顎模型と治療器具の3次元的な位置と傾きを逐次演算する位置演算手段とから構成されることを特徴とする再構成画像による歯科実習方法。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかにおいて、上記画像表示手段は、上記位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具の3次元的な相対関係から、この歯顎模型と治療器具の3次元データの重畳部分を治療済部分とみなし、この治療済部分を表示し、かつ、治療データとして記録保存することを特徴とする再構成画像による歯科実習方法。

【請求項5】 請求項4において、更に、予め歯牙の治療目標形状が3次元の治療目標データとして与えられており、

上記画像表示手段は、上記治療目標データと、上記治療済部分と、両者の差異部分とを表示し、かつ、この差異部分の態様によって、歯科実習を評価し、また、警告を発するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科実習方法。

【請求項6】 請求項1～3のいずれかにおいて、上記画像再構成手段は、更に、予め得られたインプラントの3次元データからその任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、

上記画像表示手段は、上記歯顎模型への上記インプラ

ントの植え立て状態が模擬的に解るように、上記歯顎模型の再構成画像に上記インプラントの再構成画像を重畳して表示するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科実習方法。

【請求項7】 請求項6において、

上記画像再構成手段は、更に、上記インプラントに装着する補綴物の予め得られた3次元データから、上記インプラントと補綴物の任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、

上記画像表示手段は、上記歯顎模型への上記インプラントの植え立て状態と上記補綴物の装着状態が模擬的に解るように、上記歯顎模型の再構成画像に上記インプラントと補綴物の再構成画像を重畳して表示し、更に、この表示を見ながら修正した補綴物の3次元データを用いて補綴物を製作するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科実習方法。

【請求項8】 所定の位置マーカを設置した歯顎模型、治療器具と、この歯顎模型の3次元データからその歯顎模型の任意の断面または斜視の再構成画像を生成し、この治療器具の3次元データからその治療器具の任意の断面または斜視の再構成画像を生成する画像再構成手段と、前記位置マーカを検知することによって上記歯顎模型と治療器具との3次元的な位置と傾きを測定する位置測定手段と、

この位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具との3次元的な相対関係にしたがって、上記歯顎模型の再構成画像と上記治療器具の再構成画像とを重畳して表示する画像表示手段とを用い、上記画像表示手段に表示された画像によって歯科実習を行うことを特徴とする再構成画像による歯科実習システム。

【請求項9】 請求項8において、

更に、上記位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具との3次元的な相対関係にしたがって、歯科実習目的に合わせて、表示すべき歯顎模型と治療器具との断面または斜視を選択する画像選択手段を備え、上記画像表示手段は、この画像選択手段によって選択された断面あるいは斜視に応じて、上記歯顎模型と治療器具の再構成画像を重畳して表示することと特徴とする再構成画像による歯科実習システム。

【請求項10】 請求項8または9のいずれかにおいて、上記位置測定手段が、所定の位置に固定された撮像手段と、この撮像手段から得られた上記位置マーカのデータから上記歯顎模型と治療器具の3次元的な位置と傾きを逐次演算する位置演算手段とから構成されることを特徴とする再構成画像による歯科実習システム。

【請求項11】 請求項8～10のいずれかにおいて、上記画像表示手段は、上記位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具の3次元的な相対関係から、この歯顎模型と治療器具の3次元デ

一タの重畳部分を治療済部分とみなし、この治療済部分を表示し、かつ、治療データとして記録保存することを特徴とする再構成画像による歯科実習システム。

【請求項12】請求項11において、更に、予め歯牙の治療目標形状が3次元の治療目標データとして与えられており、上記画像表示手段は、上記治療目標データと、上記治療済部分と、両者の差異部分とを表示し、かつ、この差異部分の態様によって、歯科実習を評価し、また、警告を発するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科実習システム。

【請求項13】請求項8～10のいずれかにおいて、上記画像再構成手段は、更に、予め得られたインプラントの3次元データからその任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示手段は、上記歯顎模型への上記インプラントの植え立て状態が模擬的に解るように、上記歯顎模型の再構成画像に上記インプラントの再構成画像を重畳して表示するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科実習システム。

【請求項14】請求項13において、上記画像再構成手段は、更に、上記インプラントに装着する補綴物の予め得られた3次元データから、上記インプラントと補綴物の任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示手段は、上記歯顎模型への上記インプラントの植え立て状態と上記補綴物の装着状態が模擬的に解るように、上記歯顎模型の再構成画像に上記インプラントと補綴物の再構成画像を重畳して表示し、更に、この表示を見ながら修正した補綴物の3次元データを用いて補綴物を製作するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科実習システム。

【請求項15】所定の位置マークを設置した歯顎模型の3次元データからその歯顎模型の任意の断面または斜視の再構成画像と、所定の位置マークを設置した治療器具の3次元データからその治療器具の任意の断面または斜視の再構成画像とを生成する画像再構成ステップと、前記位置マークを検知することによって上記歯顎模型と治療器具との3次元的位置と傾きを測定する位置測定ステップと、この位置測定ステップによって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具との3次元的な相対関係にしたがって、上記歯顎模型の再構成画像と上記治療器具の再構成画像とを重畳して表示する画像表示ステップからなり、上記画像表示ステップによって表示された画像によって歯科実習を行うことを特徴とする再構成画像による歯科実習方法を実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項16】請求項15において、更に、上記位置測定ステップによって得られたデータか

ら算出した上記歯顎模型と治療器具との3次元的な相対関係にしたがって、歯科実習目的に合わせて、表示すべき歯顎模型と治療器具との断面または斜視を選択する画像選択ステップを備え、上記画像表示ステップは、この画像選択ステップによって選択された断面あるいは斜視に応じて、上記歯顎模型と治療器具の再構成画像を重畳して表示することを特徴とする再構成画像による歯科実習方法を実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項17】請求項15または16において、上記位置測定ステップが、所定の位置に固定された撮像手段から得られた上記位置マークのデータから、上記歯顎模型と治療器具の3次元的な位置と傾きを逐次演算する演算するものであることを特徴とする再構成画像による歯科実習方法を実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項18】請求項15～17のいずれかにおいて、上記画像表示ステップは、上記位置測定ステップによって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具の3次元的な相対関係から、この歯顎模型と治療器具の3次元データの重畳部分を治療済部分とみなし、この治療済部分を表示し、かつ、治療データとして記録保存することを特徴とする再構成画像による歯科実習方法を実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項19】請求項18において、更に、予め歯牙の治療目標形状が3次元の治療目標データとして与えられており、上記画像表示ステップは、上記治療目標データと、上記治療済部分と、両者の差異部分とを表示し、かつ、この差異部分の態様によって、歯科実習を評価し、また、警告を発するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科実習方法を実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項20】請求項15～17のいずれかにおいて、上記画像再構成ステップは、更に、予め得られたインプラントの3次元データからその任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示ステップは、上記歯顎模型への上記インプラントの植え立て状態が模擬的に解るように、上記歯顎模型の再構成画像に上記インプラントの再構成画像を重畳して表示するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科実習方法を実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項21】請求項20において、上記画像再構成ステップは、更に、上記インプラントに装着する補綴物の予め得られた3次元データから、上記インプラントと補綴物の任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示ステップは、上記歯顎模型への上記インプラントの植え立て状態と上記補綴物の装着状態が模擬的に解るように、上記歯顎模型の再構成画像に上記インプ

ラントと補綴物の再構成画像を重畳して表示し、更に、この表示を見ながら修正した補綴物の3次元データを用いて補綴物を製作するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科実習方法を実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項22】CT画像より得られた歯頸の3次元データからその歯頸の任意の断面または斜視の再構成画像を生成し、治療器具の3次元データからその治療器具の任意の断面または斜視の再構成画像とを生成する画像再構成手段と上記歯頸と治療器具に所定の位置マーカを設置し、その位置マーカを検知することによって上記歯頸と治療器具の3次元的位置と傾きを測定する位置測定手段と、

この位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯頸と治療器具の3次元的位置関係にしたがって、上記歯頸モデルの再構成画像と上記治療器具の再構成画像とを重畳して表示する画像表示手段とを用い、上記画像表示手段によって、治療中の歯頸と治療器具の画像を表示することを特徴とする再構成画像による歯科表示システム。

【請求項23】請求項22において、更に、上記位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯頸と治療器具との3次元的位置関係にしたがって、治療目的に合わせて、表示すべき歯頸と治療器具との断面または斜視を選択する画像選択手段を備え、上記画像表示手段は、この画像選択手段によって選択された断面あるいは斜視に応じて、上記歯頸と治療器具の再構成画像を重畳して表示することと特徴とする再構成画像による歯科表示システム。

【請求項24】請求項22または23のいずれかにおいて、上記位置測定手段が、所定の位置に固定された撮像手段と、この撮像手段から得られた上記位置マーカのデータから上記歯頸と治療器具の3次元的位置と傾きを逐次演算する位置演算手段とから構成されることを特徴とする再構成画像による歯科表示システム。

【請求項25】請求項22～24のいずれかにおいて、上記画像表示手段は、上記位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯頸と治療器具の3次元的位置関係から、この歯頸と治療器具の3次元データの重畳部分を治療済部分とみなし、この治療済部分を表示し、かつ、治療データとして記録保存することを特徴とする再構成画像による歯科表示システム。

【請求項26】請求項25において、更に、予め歯牙の治療目標形状が3次元の治療目標データとして与えられており、上記画像表示手段は、上記治療目標データと、上記治療済部分と、両者の差異部分とを表示し、かつ、この差異部分の態様によって、治療結果を評価し、また、警告を発するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯

科表示システム。

【請求項27】請求項22～24のいずれかにおいて、上記画像再構成手段は、更に、予め得られたインプラントの3次元データからその任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、

上記画像表示手段は、上記歯頸への上記インプラントの植え立て状態が模擬的に解るように、上記歯頸の再構成画像に上記インプラントの再構成画像を重畳して表示するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科表示システム。

【請求項28】請求項27において、上記画像再構成手段は、更に、上記インプラントに装着する補綴物の予め得られた3次元データから、上記インプラントと補綴物の任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、

上記画像表示手段は、上記歯頸への上記インプラントの植え立て状態と上記補綴物の装着状態、更に上顎と下顎の噛み合わせ状態が模擬的に解るように、上記歯頸の再構成画像に上記インプラントと補綴物の再構成画像を重畳して表示することを特徴とする再構成画像による歯科表示システム。

【請求項29】請求項28において、上記画像表示手段によって、上記歯頸への上記インプラントの植え立て状態と上記補綴物の装着状態、上顎と下顎の噛み合わせ状態が模擬的に解るように重畳して表示された再構成画像を見ながら補綴物を修正し、その修正した補綴物の3次元データを用いて補綴物を製作することを特徴とする再構成画像による歯科表示システム。

【請求項30】請求項22～24のいずれかにおいて、上記画像再構成手段は、更に、上記歯頸を構成する歯牙のCT画像により得られた3次元データからその任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示手段は、上記歯頸からの上記歯牙の除去状態が模擬的に解るように、上記歯頸の再構成画像から上記歯牙の再構成画像を消去演算して表示するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科表示システム。

【請求項31】CT画像より得られた歯頸の3次元データからその歯頸の任意の断面または斜視の再構成画像を生成する画像再構成手段と上記歯頸の上顎と下顎のそれぞれに所定の位置マーカを設置し、その位置マーカを検知することによって上記上顎と下顎の3次元的位置と傾きを測定する位置測定手段と、

この位置測定手段によって得られたデータから算出した上記上顎と下顎の3次元的位置関係にしたがって、上記上顎の再構成画像と上記下顎の再構成画像とを重畳して表示する画像表示手段とを用い、

上記画像表示手段によって、上記上顎に対する上記下顎の運動を表示することを特徴とする再構成画像による歯科表示システム。

【請求項32】CT画像より得られた歯頸の3次元デー

タからその歯顎の任意の断面または斜視の再構成画像を生成し、口腔カメラを用いて得られた歯牙または顔面の2次元画像データから任意の部分の再構成画像を生成する画像再構成手段と上記歯顎の任意の断面または斜視と、上記歯牙または顔面の任意の部分との対応関係を付けながら、上記歯顎の再構成画像と上記治療器具の再構成画像とを重畳して表示する画像表示手段とを用い、上記画像表示手段によって、上記歯顎の断面または斜視の画像と、上記歯牙または顔面の部分の画像とを表示することを特徴とする再構成画像による歯科表示システム。

【請求項33】請求項32において、上記画像表示手段は、上記歯顎の断面または斜視の再構成画像と、上記歯牙または顔面の再構成画像を、拡大縮小可能に、または／かつ、回転可能に表示することを特徴とする再構成画像による歯科表示システム。

【請求項34】請求項22～33において、上記画像表示手段は、更に、上記歯顎の再構成画面の任意の2点間の距離を算出し、表示するようにしたことを特徴とする再構成画面による歯科表示システム。

【請求項35】請求項22～34において、上記画像表示手段によって表示される再構成画像データを送信して、遠隔地でその再構成画像データを利用し、または／かつ、その再構成画像を表示できるようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科表示システム。

【請求項36】CT画像より得られた歯顎の3次元データからその歯顎の任意の断面または斜視の再構成画像を生成し、治療器具の3次元データからその治療器具の任意の断面または斜視の再構成画像とを生成する画像再構成ステップと上記歯顎と治療器具に所定の位置マーカを設置し、その位置マーカを検知することによって上記歯顎と治療器具の3次元的な位置と傾きを測定する位置測定ステップと、

この位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎と治療器具の3次元的な相対関係にしたがって、上記歯顎模型の再構成画像と上記治療器具の再構成画像とを重畳して表示する画像表示ステップからなり、上記画像表示ステップによって、治療中の歯顎と治療器具の画像を表示することを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項37】請求項36において、更に、上記位置測定ステップによって得られたデータから算出した上記歯顎と治療器具との3次元的な相対関係にしたがって、治療目的に合わせて、表示すべき歯顎と治療器具との断面または斜視を選択する画像選択ステップを備え、上記画像表示ステップは、この画像選択ステップによって選択された断面あるいは斜視に応じて、上記歯顎と治療器具の再構成画像を重畳して表示することと特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現

するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項38】請求項36または37のいずれかにおいて、

上記位置測定ステップが、所定の位置に固定された撮像手段から得られた上記位置マーカのデータから上記歯顎と治療器具の3次元的な位置と傾きを逐次演算する演算するものであることを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項39】請求項36～38のいずれかにおいて、上記画像表示ステップは、上記位置測定ステップによって得られたデータから算出した上記歯顎と治療器具の3次元的な相対関係から、この歯顎と治療器具の3次元データの重畳部分を治療済部分とみなし、この治療済部分を表示し、かつ、治療データとして記録保存することを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項40】請求項39において、

更に、予め歯牙の治療目標形状が3次元の治療目標データとして与えられており、

上記画像表示ステップは、上記治療目標データと、上記治療済部分と、両者の差異部分とを表示し、かつ、この差異部分の態様によって、治療結果を評価し、また、警告を発するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項41】請求項36～38のいずれかにおいて、上記画像再構成ステップは、更に、予め得られたインプラントの3次元データからその任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、

上記画像表示ステップは、上記歯顎への上記インプラントの植え立て状態が模擬的に解るように、上記歯顎の再構成画像に上記インプラントの再構成画像を重畳して表示するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項42】請求項41において、

上記画像再構成ステップは、更に、上記インプラントに装着する補綴物の予め得られた3次元データから、上記インプラントと補綴物の任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、

上記画像表示ステップは、上記歯顎への上記インプラントの植え立て状態と上記補綴物の装着状態、更に上顎と下顎の噛み合わせ状態が模擬的に解るように、上記歯顎の再構成画像に上記インプラントと補綴物の再構成画像を重畳して表示することを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項43】請求項42において、

上記画像表示ステップによって、上記歯顎への上記イン



プラントの植え立て状態と上記補綴物の装着状態、上顎と下顎の噛み合わせ状態が模擬的に解るように重畳して表示された再構成画像を見ながら補綴物を修正し、その修正した補綴物の3次元データを用いて補綴物を製作することを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項44】請求項36～38のいずれかにおいて、上記画像再構成ステップは、更に、上記歯顎を構成する歯牙のCT画像により得られた3次元データからその任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、

上記画像表示ステップは、上記歯顎からの上記歯牙の除去状態が模擬的に解るように、上記歯顎の再構成画像から上記歯牙の再構成画像を消去演算して表示するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項45】CT画像より得られた歯顎の3次元データからその歯顎の任意の断面または斜視の再構成画像を生成する画像再構成ステップと

上記歯顎の上顎と下顎のそれぞれに所定の位置マーカを設置し、その位置マーカを検知することによって上記上顎と下顎の3次元的位置と傾きを測定する位置測定ステップと、

この位置測定ステップによって得られたデータから算出した上記上顎と下顎の3次元的位置関係にしたがって、上記上顎の再構成画像と上記下顎の再構成画像とを重畳して表示する画像表示ステップとを用い、上記画像表示ステップによって、上記上顎に対する上記下顎の運動を表示することを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項46】CT画像より得られた歯顎の3次元データからその歯顎の任意の断面または斜視の再構成画像を生成し、口腔カメラを用いて得られた歯牙または顔面の2次元画像データから任意の部分の再構成画像を生成する画像再構成ステップと上記歯顎の任意の断面または斜視と、上記歯牙または顔面の任意の部分との対応関係を付けながら、上記歯顎の再構成画像と上記治療器具の再構成画像とを重畳して表示する画像表示ステップとを用い、

上記画像表示ステップによって、上記歯顎の断面または斜視の画像と、上記歯牙または顔面の部分の画像とを表示することを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項47】請求項46において、上記画像表示ステップは、上記歯顎の断面または斜視の再構成画像と、上記歯牙または顔面の再構成画像を、拡大縮小可能に、または／かつ、回転可能に表示することを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項48】請求項36～47において、上記画像表示ステップは、更に、上記歯顎の再構成画面の任意の2点間の距離を算出し、表示するようにしたことを特徴とする再構成画面による歯科表示システムを実現するプログラムを記録した記録媒体。

【請求項49】請求項36～48において、上記画像表示ステップによって表示される再構成画像データを送信して、遠隔地でその再構成画像データを利用し、または／かつ、その再構成画像を表示できるようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、再構成画像、つまり、予め得られた3次元データを基に再構成された歯顎模型の断面や斜視の画像を用いた歯科実習方法、歯科実習システム、この方法を実現するプログラムを記録した記録媒体、及び、再構成画像、つまり、予め得られた3次元データを基に再構成された歯顎の断面や斜視の画像を用いた歯科表示システム、このシステムを実現するプログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】歯科治療では、従来、術者は治療器具を手保持し、口腔外から治療部位を観察しながら、口腔内の歯顎の治療部位に切削等の治療を行っていた。しかしながら、治療部位は口腔内にあるため、その部位を治療のしやすい方向から見る事ができないことが多く、このため、口腔内に用いる歯科ミラーなど、いわゆる死角をなくすための工夫がなされているが、完全なものではなかった。

【0003】また、歯科治療では、剛体である歯牙などの虫歯部分を切削で除去して代替の充填物を埋め込むのが通例であるが、この場合、治療部位において、治療器具がどの程度歯牙などの虫歯部分を除去したかを検知することは非常に難しく、切削音の変化などを基に、術者の長年の勘や経験によって判断しているのが、現状であり、その切削部分の位置や形状を定量的に正確に把握することはできなかった。

【0004】さらに、この切削部分の形状を正確に把握することができないので、補綴物を制作する場合には、切削後に、改めて切削部分の形状を写しとる型取りの作業が不可欠であった。

【0005】このような状況は、インプラント治療を行う場合に発生する、インプラントのための穿孔状況を的確に把握することができない、適正なインプラントの選択が困難、インプラントによって装着した補綴物の状態を前もって把握することができないという状況とも共通していた。

【0006】また、治療状態を明確に術者が見ることができない、あるいは、視覚化できないということは、そ

の状態を他者に見せて、助言を求めるようなことができないことにもなっていた。さらに、治療状態を把握できない、あるいは、データ化できないということは、他者に伝達するのに、余分な手段が必要であり、また、治療結果の評価、蓄積の点でも、問題があった。

【0007】さらに、このような種々の問題点は、歯科治療を修得するための、歯科実習の場合でも、同様に発生するものであった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記問題を解決しようとするもので、歯科実習の状態が明確に表示、把握、データ化でき、保存して再利用できるような再構成画像による歯科実習方法、歯科実習システム、この方法を実現するプログラムを記録した記録媒体、及び、歯科治療の状態が明確に表示、把握、データ化でき、保存して再利用できるような再構成画像による歯科表示システム、このシステムを実現するプログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】歯科治療の対象となる歯顎は、他の医療分野の治療対象に比べて、際だった特徴を備えている。それは、唯一、人体の外部に露出可能な剛体であること、それ故に切削等の結果をそのまま保存していること、一定の状態まで成長したら、それ以降変形しにくいこと、それ故に、いったん、損傷されると回復させることができず、充填物、補綴物、または、義歯などの代替物に換えなければならないこと、などである。しかしながら、従来の歯科治療は、治療対象である歯顎のそのような特徴を十分に考慮したものではなかった。この事情は、歯科実習でも同様である。

【0010】本願発明は、上記歯顎の特徴を、根本的に捕え直して、それに適合した歯科実習方法等、及び、歯科表示システム等を提案するものであり、その基本理念は、歯科治療に工学的な手法を用いた点である。つまり、歯顎を剛体と把握し、一方、治療器具も剛体であるので、それらの位置と傾きを常に追跡し、両者間の3次元的关系をそれぞれの再構成画像を重畳させることで表示して、その表示を見ながら治療するCAM (Computer-Aided Manufacturing) 的な手法を用いたことを特徴とする。

【0011】具体的には、再構成画像を用いることが基本的な特徴である。ここで、再構成画像とは、予め得られた歯顎模型、治療器具、歯顎の3次元データから再構成された、その任意の断面、斜視の画像をいう。この3次元データとは、歯顎模型などの、任意の部分の3次元的な位置と組成の数値化されたデータをいい、歯顎模型、治療器具については、その製造のための図面から得ることができ、歯顎については、近年、進歩を遂げたCT画像から演算して得ることができる。このような3次元データがあれば、その歯顎模型などの任意の断面、任

意の一点からの斜視の画像は、演算によって再構成することができる。

【0012】このような再構成画像を用いると、通常の術者の位置からは見えない歯顎や治療器具の画像、例えば、人体の内部側から見た画像や、歯顎や治療器具の断面画像、例えば、治療器具の縦断面と、その縦断面と同一面の歯顎の断面の画像を重畳させた画像を得ることができ、歯科治療や実習の状態が明確に把握できる。また、双方とも剛体であるので、画像上の治療器具の切削部の軌跡が、切削部分として把握でき、そのデータも記録保存し、再利用することができる。

【0013】こうして、歯科治療に工学的な手法を用いることで、治療対象である歯顎の特徴に適合した治療を行うことができ、より人間重視の治療も実現することができるものである。なお、ここでいう歯科治療には、口腔外科も含まれるものである。

【0014】具体的には、請求項1～7では、上記課題を解決する再構成画像による歯科実習方法、請求項8～14では再構成画像による歯科実習システム、請求項15～21では、この方法を実現するプログラムを記録した記録媒体を提案し、請求項22～35では、上記課題を解決する再構成画像による歯科表示システム、請求項36～49では、このシステムを実現するプログラムを記録した記録媒体を提案している。請求項1に記載の再構成画像による歯科実習方法は、所定の位置マーカを設置した歯顎模型、治療器具と、この歯顎模型の3次元データからその歯顎模型の任意の断面または斜視の再構成画像を生成し、この治療器具の3次元データからその治療器具の任意の断面または斜視の再構成画像を生成する画像再構成手段と、前記位置マーカを検知することによって上記歯顎模型と治療器具との3次元的な位置と傾きを測定する位置測定手段と、この位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具との3次元的な相対関係にしたがって、上記歯顎模型の再構成画像と上記治療器具の再構成画像とを重畳して表示する画像表示手段とを用い、上記画像表示手段に表示された画像によって歯科実習を行うことを特徴とする。

【0015】この歯科実習方法は、上記の特徴を有する本願発明を、歯科実習方法に具体化したもので、重畳表示された歯顎模型と治療器具の再構成画像を見ながら、実習を行うので、いわゆる、死角がなく、実習に相応しい断面や、斜視の画像を見ながら、的確に実習をすることができる。

【0016】請求項2に記載の再構成画像による歯科実習方法は、請求項1において、更に、上記位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具との3次元的な相対関係にしたがって、歯科実習目的に合わせて、表示すべき歯顎模型と治療器具との断面または斜視を選択する画像選択手段を備え、上記画像表示手段は、この画像選択手段によって選択された断面



あるいは斜視に応じて、上記歯顎模型と治療器具の再構成画像を重畳して表示することと特徴とする。

【0017】この歯科実習方法は、画像選択手段を特徴とするものである。例えば、この画像選択手段で、治療器具の縦断面と、その縦断面と同一面の歯顎模型の断面の画像を重畳させた画像を表示させると、治療器具による歯顎模型に垂直方向の実習状況の把握に便利であり、治療器具の切削部の横断面の重畳画像を表示させると、治療器具による歯顎に水平方向の実習状況の把握に便利である。

【0018】請求項3に記載の再構成画像による歯科実習方法は、請求項1または2のいずれかにおいて、上記位置測定手段が、所定の位置に固定された撮像手段と、この撮像手段から得られた上記位置マーカのデータから上記歯顎模型と治療器具の3次元的位置と傾きを逐次演算する位置演算手段とから構成されることを特徴とする。

【0019】この歯科実習方法は、位置測定手段をより具体的に規定したもので、ここでは撮像手段と位置演算手段からなるものを提案しており、位置測定手段を容易に構成することができる。

【0020】なお、位置測定手段は、これに限らず、種々のものが可能である。例えば、歯顎模型については、フリーアームの先端に設置した接触子を歯顎模型の所定の位置に固定することで測定するもの、位置マーカをレーザー光の反射で読み取るものなどがあり、治療器具については、治療器具自体を3次元テーブル様のものに設置して、その位置と傾きを測定するもの、歯顎模型と同様な方法によるものなどがある。

【0021】請求項4に記載の再構成画像による歯科実習方法は、請求項1～3のいずれかにおいて、上記画像表示手段は、上記位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具の3次元的位置関係から、この歯顎模型と治療器具の3次元データの重畳部分を治療済部分とみなし、この治療済部分を表示し、かつ、治療データとして記録保存することを特徴とする。

【0022】この歯科実習方法は、歯顎が剛体として把握できることを前提として、治療器具の軌跡と歯顎模型の重畳部分を、その治療器具の切削部によって切削された部分、つまり、治療済部分と見なし、表示し、治療データとして記録保存するものである。したがって、治療済部分が、明確に把握でき、また、治療データを利用、再利用することができる。

【0023】請求項5に記載の再構成画像による歯科実習方法は、請求項4において、更に、予め歯牙の治療目標形状が3次元の治療目標データとして与えられており、上記画像表示手段は、上記治療目標データと、上記治療済部分と、両者の差異部分とを表示し、かつ、この差異部分の態様によって、歯科実習を評価し、また、警

告を発するようにしたことを特徴とする。

【0024】この歯科実習方法は、請求項4の特徴を更に生かして、治療目標形状を3次元データとして与え、これと治療済部分と、両者の差異部分とを表示し、また、この差異部分によって、歯科実習を評価し、警告を発するようにしたもので、歯科実習に適している。

【0025】請求項6に記載の再構成画像による歯科実習方法は、請求項1～3のいずれかにおいて、上記画像再構成手段は、更に、予め得られたインプラントの3次元データからその任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示手段は、上記歯顎模型への上記インプラントの植え立て状態が模擬的に解るように、上記歯顎模型の再構成画像に上記インプラントの再構成画像を重畳して表示するようにしたことを特徴とする。

【0026】この歯科実習方法は、再構成画像をインプラント植え立て実習に適用したもので、この実習をより的確に行うことができる。

【0027】請求項7に記載の再構成画像による歯科実習方法は、請求項6において、上記画像再構成手段は、更に、上記インプラントに装着する補綴物の予め得られた3次元データから、上記インプラントと補綴物の任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示手段は、上記歯顎模型への上記インプラントの植え立て状態と上記補綴物の装着状態が模擬的に解るように、上記歯顎模型の再構成画像に上記インプラントと補綴物の再構成画像を重畳して表示し、更に、この表示を見ながら修正した補綴物の3次元データを用いて補綴物を製作するようにしたことを特徴とする。

【0028】この歯科実習方法は、再構成画像をインプラントを用いた補綴物の装着実習に適用したもので、この実習を的確に行うことができ、また、別途型取りなどすることなく、適正な補綴物を製作することができる。請求項8に記載の再構成画像による歯科実習システムは、所定の位置マーカを設置した歯顎模型、治療器具と、この歯顎模型の3次元データからその歯顎模型の任意の断面または斜視の再構成画像を生成し、この治療器具の3次元データからその治療器具の任意の断面または斜視の再構成画像を生成する画像再構成手段と、前記位置マーカを検知することによって上記歯顎模型と治療器具との3次元的位置と傾きを測定する位置測定手段と、この位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具との3次元的位置関係にしたがって、上記歯顎模型の再構成画像と上記治療器具の再構成画像とを重畳して表示する画像表示手段とを用い、上記画像表示手段に表示された画像によって歯科実習を行うことを特徴とする。

【0029】この歯科実習システムは、請求項1の歯科実習方法を実現するものであり、その方法と同様の効果を発揮する。なお、以下の請求項9～14の歯科実習シ

システムは、それぞれ、請求項2～7の歯科実習方法を実現するものであり、それらの方法と同様の効果を発揮する。

【0030】請求項9に記載の再構成画像による歯科実習システムは、請求項8において、更に、上記位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具との3次元的な相対関係にしたがって、歯科実習目的に合わせて、表示すべき歯顎模型と治療器具との断面または斜視を選択する画像選択手段を備え、上記画像表示手段は、この画像選択手段によって選択された断面あるいは斜視に応じて、上記歯顎模型と治療器具の再構成画像を重畳して表示することと特徴とする。

【0031】請求項10に記載の再構成画像による歯科実習システムは、請求項8または9のいずれかにおいて、上記位置測定手段が、所定の位置に固定された撮像手段と、この撮像手段から得られた上記位置マーカのデータから上記歯顎模型と治療器具の3次元的な位置と傾きを逐次演算する位置演算手段とから構成されることを特徴とする。

【0032】請求項11に記載の再構成画像による歯科実習システムは、請求項8～10のいずれかにおいて、上記画像表示手段は、上記位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具の3次元的な相対関係から、この歯顎模型と治療器具の3次元データの重畳部分を治療済部分とみなし、この治療済部分を表示し、かつ、治療データとして記録保存することを特徴とする。

【0033】請求項12に記載の再構成画像による歯科実習システムは、請求項11において、更に、予め歯牙の治療目標形状が3次元の治療目標データとして与えられており、上記画像表示手段は、上記治療目標データと、上記治療済部分と、両者の差異部分とを表示し、かつ、この差異部分の態様によって、歯科実習を評価し、また、警告を発するようにしたことを特徴とする。

【0034】請求項13に記載の再構成画像による歯科実習システムは、請求項8～10のいずれかにおいて、上記画像再構成手段は、更に、予め得られたインプラントの3次元データからその任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示手段は、上記歯顎模型への上記インプラントの植え立て状態が模擬的に解るように、上記歯顎模型の再構成画像に上記インプラントの再構成画像を重畳して表示するようにしたことを特徴とする。

【0035】請求項14に記載の再構成画像による歯科実習システムは、請求項13において、上記画像再構成手段は、更に、上記インプラントに装着する補綴物の予め得られた3次元データから、上記インプラントと補綴物の任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示手段は、上記歯顎模型への上記インプラントの植え立て状態と上記補綴物の装着状態が模

擬的に解るように、上記歯顎模型の再構成画像に上記インプラントと補綴物の再構成画像を重畳して表示し、更に、この表示を見ながら修正した補綴物の3次元データを用いて補綴物を製作するようにしたことを特徴とする。請求項15に記載の記録媒体は、所定の位置マーカを設置した歯顎模型の3次元データからその歯顎模型の任意の断面または斜視の再構成画像と、所定の位置マーカを設置した治療器具の3次元データからその治療器具の任意の断面または斜視の再構成画像とを生成する画像再構成ステップと、前記位置マーカを検知することによって上記歯顎模型と治療器具との3次元的な位置と傾きを測定する位置測定ステップと、この位置測定ステップによって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具との3次元的な相対関係にしたがって、上記歯顎模型の再構成画像と上記治療器具の再構成画像とを重畳して表示する画像表示ステップからなり、上記画像表示ステップによって表示された画像によって歯科実習を行うことを特徴とする再構成画像による歯科実習方法を実現するプログラムを記録したものである。

【0036】この記録媒体は、請求項1の歯科実習方法を実現するプログラムを記録したものであり、これを記録媒体読取装置を備えたシステムに読み取らせ、実行させることによって、その方法と同様の効果を発揮させることができる。なお、以下の請求項16～21の記録媒体は、それぞれ、請求項2～7の歯科実習方法を実現するプログラムを記録したものであり、これを記録媒体読取装置を備えたシステムに読み取らせ、実行させることによって、その方法と同様の効果を発揮させることができる。

【0037】請求項16に記載の記録媒体は、請求項15において、更に、上記位置測定ステップによって得られたデータから算出した上記歯顎模型と治療器具との3次元的な相対関係にしたがって、歯科実習目的に合わせて、表示すべき歯顎模型と治療器具との断面または斜視を選択する画像選択ステップを備え、上記画像表示ステップは、この画像選択ステップによって選択された断面あるいは斜視に応じて、上記歯顎模型と治療器具の再構成画像を重畳して表示することを特徴とする再構成画像による歯科実習方法を実現するプログラムを記録したものである。

【0038】請求項17に記載の記録媒体は、請求項15または16において、上記位置測定ステップが、所定の位置に固定された撮像手段から得られた上記位置マーカのデータから、上記歯顎模型と治療器具の3次元的な位置と傾きを逐次演算する演算するものであることを特徴とする再構成画像による歯科実習方法を実現するプログラムを記録したものである。

【0039】請求項18に記載の記録媒体は、請求項15～17のいずれかにおいて、上記画像表示ステップは、上記位置測定ステップによって得られたデータから

算出した上記歯顎模型と治療器具の3次元的な相対関係から、この歯顎模型と治療器具の3次元データの重畳部分を治療済部分とみなし、この治療済部分を表示し、かつ、治療データとして記録保存することを特徴とする再構成画像による歯科実習方法を実現するプログラムを記録したものである。

【0040】請求項19に記載の記録媒体は、請求項18において、更に、予め歯牙の治療目標形状が3次元の治療目標データとして与えられており、上記画像表示ステップは、上記治療目標データと、上記治療済部分と、両者の差異部分とを表示し、かつ、この差異部分の態様によって、歯科実習を評価し、また、警告を発するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科実習方法を実現するプログラムを記録したものである。

【0041】請求項20に記載の記録媒体は、請求項15～17のいずれかにおいて、上記画像再構成ステップは、更に、予め得られたインプラントの3次元データからその任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示ステップは、上記歯顎模型への上記インプラントの植え立て状態が模擬的に解るように、上記歯顎模型の再構成画像に上記インプラントの再構成画像を重ねて表示するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科実習方法を実現するプログラムを記録したものである。

【0042】請求項21に記載の記録媒体は、請求項20において、上記画像再構成ステップは、更に、上記インプラントに装着する補綴物の予め得られた3次元データから、上記インプラントと補綴物の任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示ステップは、上記歯顎模型への上記インプラントの植え立て状態と上記補綴物の装着状態が模擬的に解るように、上記歯顎模型の再構成画像に上記インプラントと補綴物の再構成画像を重ねて表示し、更に、この表示を見ながら修正した補綴物の3次元データを用いて補綴物を製作するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科実習方法を実現するプログラムを記録したものである。請求項22に記載の再構成画像による歯科表示システムは、CT画像より得られた歯顎の3次元データからその歯顎の任意の断面または斜視の再構成画像を生成し、治療器具の3次元データからその治療器具の任意の断面または斜視の再構成画像とを生成する画像再構成手段と上記歯顎と治療器具に所定の位置マーカを設置し、その位置マーカを検知することによって上記歯顎と治療器具の3次元的な位置と傾きを測定する位置測定手段と、この位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎と治療器具の3次元的な相対関係にしたがって、上記歯顎模型の再構成画像と上記治療器具の再構成画像とを重ねて表示する画像表示手段とを用い、上記画像表示手段によって、治療中の歯顎と治療器具の画像を表示することを特徴とする。

【0043】この歯科表示システムは、請求項1に記載の歯科実習方法の歯顎模型を歯顎に置き換え、治療中の歯顎と治療器具の再構成画像を表示させるようにしたシステムである。したがって、歯顎を治療対象とする場合にも、請求項1の歯科実習方法と同様の効果を発揮する。

【0044】この場合、歯顎の3次元データは、CT画像を解析して得られたものであるが、これに拠らない方法で得られた3次元データであってもよい。

【0045】請求項23に記載の再構成画像による歯科表示システムは、請求項22において、更に、上記位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎と治療器具との3次元的な相対関係にしたがって、治療目的に合わせて、表示すべき歯顎と治療器具との断面または斜視を選択する画像選択手段を備え、上記画像表示手段は、この画像選択手段によって選択された断面あるいは斜視に応じて、上記歯顎と治療器具の再構成画像を重ねて表示することと特徴とする。

【0046】この歯科表示システムは、請求項2と同様に画像選択手段を特徴とするものである。したがって、治療に最適の画面によつて的確な治療を行うことができる。

【0047】請求項24に記載の再構成画像による歯科表示システムは、請求項22または23のいずれかにおいて、上記位置測定手段が、所定の位置に固定された撮像手段と、この撮像手段から得られた上記位置マーカのデータから上記歯顎と治療器具の3次元的な位置と傾きを逐次演算する位置演算手段とから構成されることを特徴とする。

【0048】この歯科表示システムは、請求項3と同様に、位置測定手段をより具体的に規定したもので、位置測定手段を容易に構成することができる。また、請求項3と同様に、位置測定手段は、これに限らず、種々のものが可能である。

【0049】請求項25に記載の再構成画像による歯科表示システムは、請求項22～24のいずれかにおいて、上記画像表示手段は、上記位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯顎と治療器具の3次元的な相対関係から、この歯顎と治療器具の3次元データの重畳部分を治療済部分とみなし、この治療済部分を表示し、かつ、治療データとして記録保存することを特徴とする。

【0050】この歯科表示システムは、請求項4と同様に、歯顎が剛体として把握できることを前提として、治療器具の軌跡と歯顎の重畳部分を、その治療器具の切削部によって切削された部分、つまり、治療済部分と見なして、表示し、治療データとして記録保存するものである。したがって、治療済部分が、明確に把握でき、また、治療データを利用、再利用することができる。

【0051】請求項26に記載の再構成画像による歯科

表示システムは、請求項25において、更に、予め歯牙の治療目標形状が3次元の治療目標データとして与えられており、上記画像表示手段は、上記治療目標データと、上記治療済部分と、両者の差異部分とを表示し、かつ、この差異部分の態様によって、治療結果を評価し、また、警告を発するようにしたことを特徴とする。

【0052】この歯科表示システムは、請求項5と同様に、請求項25の特徴を更に生かして、治療目標形状を3次元データとして与え、これと治療済部分と、両者の差異部分とを表示し、また、この差異部分によって、歯科治療を評価し、警告を発するようにしたもので、歯科治療に適している。

【0053】請求項27に記載の再構成画像による歯科表示システムは、請求項22～24のいずれかにおいて、上記画像再構成手段は、更に、予め得られたインプラントの3次元データからその任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示手段は、上記歯顎への上記インプラントの植え立て状態が模擬的に解るように、上記歯顎の再構成画像に上記インプラントの再構成画像を重ねて表示するようにしたことを特徴とする。

【0054】この歯科表示システムは、請求項6と同様に、再構成画像をインプラント植え立て状態の表示に適用したもので、この治療をよりの確に行うのに役立つ。

【0055】請求項28に記載の再構成画像による歯科表示システムは、請求項27において、上記画像再構成手段は、更に、上記インプラントに装着する補綴物の予め得られた3次元データから、上記インプラントと補綴物の任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示手段は、上記歯顎への上記インプラントの植え立て状態と上記補綴物の装着状態、更に上顎と下顎の噛み合わせ状態が模擬的に解るように、上記歯顎の再構成画像に上記インプラントと補綴物の再構成画像を重ねて表示することを特徴とする。

【0056】この歯科表示システムは、請求項7と同様に、再構成画像をインプラントを用いた補綴物の装着状態の表示に適用したもので、この治療をよりの確に行うのに役立つ。ただし、補綴物の修正については、別項としたものである。

【0057】請求項29に記載の再構成画像による歯科表示システムは、請求項28において、上記画像表示手段によって、上記歯顎への上記インプラントの植え立て状態と上記補綴物の装着状態、上顎と下顎の噛み合わせ状態が模擬的に解るように重ねて表示された再構成画像を見ながら補綴物を修正し、その修正した補綴物の3次元データを用いて補綴物を製作することを特徴とする。

【0058】この歯科表示システムは、請求項7と同様に、再構成画像をインプラントを用いた補綴物の装着状態の表示に適用し、噛み合わせ状態を見ながら、補綴物

の修正を行い、その補綴物のデータを用いて、補綴物の製作を行う点だけを別項としたものである。したがって、別途型取りなどすることなく、適正な補綴物を製作することができる。

【0059】請求項30に記載の再構成画像による歯科表示システムは、請求項22～24のいずれかにおいて、上記画像再構成手段は、更に、上記歯顎を構成する歯牙のCT画像により得られた3次元データからその任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示手段は、上記歯顎からの上記歯牙の除去状態が模擬的に解るように、上記歯顎の再構成画像から上記歯牙の再構成画像を消去演算して表示するようにしたことを特徴とする。

【0060】この歯科表示システムは、再構成画像を歯牙の除去状態を示すのに用いたものである。したがって、抜歯治療の治療前チェックなどに有効である。

【0061】請求項31に記載の再構成画像による歯科表示システムは、CT画像より得られた歯顎の3次元データからその歯顎の任意の断面または斜視の再構成画像を生成する画像再構成手段と、上記歯顎の上顎と下顎のそれぞれに所定の位置マークを設置し、その位置マークを検知することによって上記上顎と下顎の3次元的位置と傾きを測定する位置測定手段と、この位置測定手段によって得られたデータから算出した上記上顎と下顎の3次元的位置関係にしたがって、上記上顎の再構成画像と上記下顎の再構成画像とを重ねて表示する画像表示手段とを用い、上記画像表示手段によって、上記上顎に対する上記下顎の運動を表示することを特徴とする。

【0062】この歯科表示システムは、再構成画像を下顎運動の表示に用いたものである。したがって、患者を侵襲することなく、正確な下顎運動を把握することができる。

【0063】請求項32に記載の再構成画像による歯科表示システムは、CT画像より得られた歯顎の3次元データからその歯顎の任意の断面または斜視の再構成画像を生成し、口腔カメラを用いて得られた歯牙または顔面の2次元画像データから任意の部分の再構成画像を生成する画像再構成手段と上記歯顎の任意の断面または斜視と、上記歯牙または顔面の任意の部分との対応関係を付けながら、上記歯顎の再構成画像と上記治療器具の再構成画像とを重ねて表示する画像表示手段とを用い、上記画像表示手段によって、上記歯顎の断面または斜視の画像と、上記歯牙または顔面の部分の画像とを表示することを特徴とする。

【0064】この歯科表示システムは、再構成画像を、口腔カメラを用いて得られた歯牙または顔面の2次元画像データにも適用したものである。したがって、より人間の視覚画像に近い口腔カメラの画像と重ねさせることによって、より、感覚的に把握しやすい画像を得ることができる。

【0065】請求項33に記載の再構成画像による歯科表示システムは、請求項32において、上記画像表示手段は、上記歯頸の断面または斜視の再構成画像と、上記歯牙または顔面の再構成画像を、拡大縮小可能に、または／かつ、回転可能に表示することを特徴とする。

【0066】この歯科表示システムは、口腔カメラの画像と重畳させた再構成画像を、拡大縮小可能に、または、回転可能に、または、拡大縮小かつ回転可能に表示させるようにしたものである。したがって、治療に適切な大きさや位置から、再構成画像を見ることができる。

【0067】請求項34に記載の再構成画面による歯科表示システムは、請求項22～33において、上記画像表示手段は、更に、上記歯頸の再構成画面の任意の2点間の距離を算出し、表示するようにしたことを特徴とする。

【0068】したがって、治療に必要な距離を簡単に得ることができる。

【0069】請求項35に記載の再構成画像による歯科表示システムは、請求項22～34において、上記画像表示手段によって表示される再構成画像データを送信して、遠隔地でその再構成画像データを利用し、または／かつ、その再構成画像を表示できるようにしたことを特徴とする。

【0070】この歯科表示システムは、治療データなどを含んだ再構成画像データは、記録保存し、送受信できるものである点を利用して、これを積極的に、送信して、遠隔地での利用、表示、またはその双方ができるようにしたものである。したがって、遠隔地の経験ある術者のアドバイスを受けながら治療を行ったりすることができる。この際、送信の方法は、リアルタイム、ノンリアルタイム、オンライン、オフラインのいずれであってもよい。請求項36に記載の記録媒体は、CT画像より得られた歯頸の3次元データからその歯頸の任意の断面または斜視の再構成画像を生成し、治療器具の3次元データからその治療器具の任意の断面または斜視の再構成画像とを生成する画像再構成ステップと上記歯頸と治療器具に所定の位置マーカを設置し、その位置マーカを検知することによって上記歯頸と治療器具の3次元的位置と傾きを測定する位置測定ステップと、この位置測定手段によって得られたデータから算出した上記歯頸と治療器具の3次元相対関係にしたがって、上記歯頸模型の再構成画像と上記治療器具の再構成画像とを重畳して表示する画像表示ステップからなり、上記画像表示ステップによって、治療中の歯頸と治療器具の画像を表示することを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものである。

【0071】この記録媒体は、請求項22の歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものであり、これを記録媒体読取装置を備えたシステムに読み取らせ、実行させることによって、そのシステムと同様の効果を

発揮させることができる。なお、以下の請求項37～49の記録媒体は、それぞれ、請求項23～35の歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものであり、これを記録媒体読取装置を備えたシステムに読み取らせ、実行させることによって、そのシステムと同様の効果を発揮させることができる。

【0072】請求項37に記載の記録媒体は、請求項36において、更に、上記位置測定ステップによって得られたデータから算出した上記歯頸と治療器具との3次元相対関係にしたがって、治療目的に合わせて、表示すべき歯頸と治療器具との断面または斜視を選択する画像選択ステップを備え、上記画像表示ステップは、この画像選択ステップによって選択された断面あるいは斜視に応じて、上記歯頸と治療器具の再構成画像を重畳して表示することと特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものである。

【0073】請求項38に記載の記録媒体は、請求項36または37のいずれかにおいて、上記位置測定ステップが、所定の位置に固定された撮像手段から得られた上記位置マーカのデータから上記歯頸と治療器具の3次元位置と傾きを逐次演算する演算するものであることを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものである。

【0074】請求項39に記載の記録媒体は、請求項36～38のいずれかにおいて、上記画像表示ステップは、上記位置測定ステップによって得られたデータから算出した上記歯頸と治療器具の3次元相対関係から、この歯頸と治療器具の3次元データの重畳部分を治療済部分とみなし、この治療済部分を表示し、かつ、治療データとして記録保存することを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものである。

【0075】請求項40に記載の記録媒体は、請求項39において、更に、予め歯牙の治療目標形状が3次元の治療目標データとして与えられており、上記画像表示ステップは、上記治療目標データと、上記治療済部分と、両者の差異部分とを表示し、かつ、この差異部分の態様によって、治療結果を評価し、また、警告を発するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものである。

【0076】請求項41に記載の記録媒体は、請求項36～38のいずれかにおいて、上記画像再構成ステップは、更に、予め得られたインプラントの3次元データからその任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示ステップは、上記歯頸への上記インプラントの植え立て状態が模擬的に解るように、上記歯頸の再構成画像に上記インプラントの再構成画像を重畳して表示するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものである。



【0077】請求項42に記載の記録媒体は、請求項41において、上記画像再構成ステップは、更に、上記インプラントに装着する補綴物の予め得られた3次元データから、上記インプラントと補綴物の任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示ステップは、上記歯顎への上記インプラントの植え立て状態と上記補綴物の装着状態、更に上顎と下顎の噛み合わせ状態が模擬的に解るように、上記歯顎の再構成画像に上記インプラントと補綴物の再構成画像を重ねて表示することを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものである。

【0078】請求項43に記載の記録媒体は、請求項42において、上記画像表示ステップによって、上記歯顎への上記インプラントの植え立て状態と上記補綴物の装着状態、上顎と下顎の噛み合わせ状態が模擬的に解るように重ねて表示された再構成画像を見ながら補綴物を修正し、その修正した補綴物の3次元データを用いて補綴物を製作することを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものである。

【0079】請求項44に記載の記録媒体は、請求項36～38のいずれかにおいて、上記画像再構成ステップは、更に、上記歯顎を構成する歯牙のCT画像により得られた3次元データからその任意の断面または斜視の再構成画像を生成することができ、上記画像表示ステップは、上記歯顎からの上記歯牙の除去状態が模擬的に解るように、上記歯顎の再構成画像から上記歯牙の再構成画像を消去演算して表示するようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものである。

【0080】請求項45に記載の記録媒体は、CT画像より得られた歯顎の3次元データからその歯顎の任意の断面または斜視の再構成画像を生成する画像再構成ステップと、上記歯顎の上顎と下顎のそれぞれに所定の位置マーカを設置し、その位置マーカを検知することによって上記上顎と下顎の3次元的位置と傾きを測定する位置測定ステップと、この位置測定ステップによって得られたデータから算出した上記上顎と下顎の3次元的位置関係にしたがって、上記上顎の再構成画像と上記下顎の再構成画像とを重ねて表示する画像表示ステップとを用い、上記画像表示ステップによって、上記上顎に対する上記下顎の運動を表示することを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものである。

【0081】請求項46に記載の記録媒体は、CT画像より得られた歯顎の3次元データからその歯顎の任意の断面または斜視の再構成画像を生成し、口腔カメラを用いて得られた歯牙または顔面の2次元画像データから任意の部分の再構成画像を生成する画像再構成ステップと上記歯顎の任意の断面または斜視と、上記歯牙または顔

面の任意の部分との対応関係を付けながら、上記歯顎の再構成画像と上記治療器具の再構成画像とを重ねて表示する画像表示ステップとを用い、上記画像表示ステップによって、上記歯顎の断面または斜視の画像と、上記歯牙または顔面部分の画像とを表示することを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものである。

【0082】請求項47に記載の記録媒体は、請求項46において、上記画像表示ステップは、上記歯顎の断面または斜視の再構成画像と、上記歯牙または顔面の再構成画像を、拡大縮小可能に、または／かつ、回転可能に表示することを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものである。

【0083】請求項48に記載の記録媒体は、請求項36～47において、上記画像表示ステップは、更に、上記歯顎の再構成画面の任意の2点間の距離を算出し、表示するようにしたことを特徴とする再構成画面による歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものである。

【0084】請求項49に記載の記録媒体は、請求項36～48において、上記画像表示ステップによって表示される再構成画像データを送信して、遠隔地でその再構成画像データを利用し、または／かつ、その再構成画像を表示できるようにしたことを特徴とする再構成画像による歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものである。

【0085】

【発明の実施の形態】以下、添付図を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。

【0086】図1は、本発明の歯科実習システムの一例を概念的に説明する全体構成図である。

【0087】この歯科実習システム10は、所定の位置マーカ1を設置した歯顎模型2、同様の位置マーカ3を設置した治療器具4と、この歯顎模型2の3次元データからその歯顎模型2の任意の断面または斜視の再構成画像を生成し、この治療器具4の3次元データからその治療器具4の任意の断面または斜視の再構成画像を生成する画像再構成手段5と、位置マーカ1、3を検知することによって歯顎模型2と治療器具4との3次元的位置と傾きを測定する位置測定手段6と、この位置測定手段6によって得られたデータから算出した歯顎模型2と治療器具4との3次元的位置関係にしたがって、歯顎模型2の再構成画像と治療器具4の再構成画像とを重ねて表示部7aに表示する画像表示手段7、位置測定手段6によって得られたデータから算出した歯顎模型2と治療器具4との3次元的位置関係にしたがって、歯科実習目的に合わせて、表示すべき歯顎模型2と治療器具4との断面または斜視を選択する画像選択手段7A、画像再構成手段5によって生成され、画像表示手段7によって重畳表示された再構成画像を記録保存する画像記録手



段7Bと、画像再構成手段5、位置測定手段6、画像選択手段7A、画像記録手段7Bなどと接続され、これらの手段を統括制御しているCPU（中央演算処理手段）7C、これらの手段5～7B、CPU7C、記録媒体読取書込手段（不図示）などの関連手段を収容した演算処理装置9とから構成されている。

【0088】位置マーカ1、3については、詳細は後述するが、位置測定手段6によって容易に識別できるものが用いられ、歯顎模型2に設置される位置マーカ1と、治療器具4に設置される位置マーカ3は、同種類のものであってもよいが、位置測定手段6によって違いが識別されるものである必要がある。

【0089】歯顎模型2は、上顎模型2Uと下顎模型2Lから構成され、人体の歯顎に関する統計データから、平均的歯顎モデルになるように設計製作され、その3次元データは既知のものである。なお、ここでは、歯顎模型2のための位置マーカ1は、下顎模型2Lだけに設置されているが、これは、実習目的に依存するもので、必要に応じて、上顎模型2Uだけ、あるいは、上顎模型2Uと下顎模型2Lとの双方に設置する必要がある。

【0090】また、歯顎模型2に設置された模型の歯牙を、通例の歯科における歯牙の表記方法に準じて前歯の方からS1、S2、・・・S8と表すこととし、この例では、歯牙S7に治療部位、いわゆる虫歯が発生している場合を示している。この歯牙の表記方法は、後述する人体の歯顎の場合にも、同様に用いる。

【0091】治療器具4は、先端に切削部4aを有しているが、この切削部の意味は、切削加工をするものだけに限定されず、研磨加工をするもの、スケール除去をするものなど、歯科治療に用いられるあらゆる治療方法のための加工部、あるいは、処理部を含むものである。また、この治療器具4は、設計図面に基づいて製作されるもので、もちろん、その3次元データは既知のものである。なお、以下では、治療器具4で切削加工を行う場合について説明する。

【0092】位置測定手段6は、所定の位置に固定された撮像手段6aと、この撮像手段6aから得られた位置マーカ1、3のデータから歯顎模型2と治療器具4の3次元的位置と傾きを逐次演算する位置演算手段6bとから構成されている。撮像手段6aは、ここでは、2カ所設けているが、これは、双方で、同じ位置マーカ1、3を撮像して、その左右の撮像手段6aの映像の差から、位置マーカ1、3の立体的な位置を演算するためである。また、ここでは、2種類の位置マーカ1、3を共通の一組の撮像手段6aで撮像しているが、位置マーカ1、3ごとに、別の撮像手段を用いてもよい。なお、位置演算手段6bの詳細は、図4を用いて後述する。

【0093】画像選択手段7Aは、例えば、画像表示手段7の表示部7aに示されているように、下顎模型2Lの治療部位に到達するまでは、治療器具4と下顎模型2

Lの関連部分の斜視の重畳された再構成画像を選択し、そのうち、治療器具4が治療部位に達したのには、図2に示すように、治療器具4の切削部4a縦断面と、その縦断面と同一面の治療部位の歯牙S7の断面の画像を重畳させた画像を選択し表示させるようにすると、治療器具による歯顎に垂直方向の治療状況の把握に便利である。一方、ここでは示していないが、治療器具4の切削部4aの横断面の重畳画像を表示させると、治療器具4による歯牙S7に水平方向の治療状況の把握に便利である。

【0094】この歯科実習システム10を用いて歯科実習を行う場合、実習生は、治療器具4や歯顎模型2の治療部位を見るのではなく、画像選択手段7Aで適当な再構成画像を選択しながら、画像表示手段7の表示部7aに示された治療器具4と治療部位の画像、例えば、図に示すような画像を見ながら、実習を行う。したがって、いわゆる、死角がなく、実習に相応しい断面や、斜視の画像を見ながら、的確に実習をすることができる。

【0095】また、この歯科実習システム10は、別置き保存可能な記録媒体8を備えており、記録媒体読取書込手段を用いて、蓄積された再構成画像データや、治療データをバックアップ保存したり、他所でのデータ利用のために複写したりすることができる。さらに、このシステム10の全体の処理ステップを制御しているプログラムが損傷を受けた場合には、このシステム10を稼働させるプログラムを記録保存した記録媒体8を読み込ませ、インストールすることによって、システム10を回復させることができる。

【0096】図2(a)～(f)は、図1の歯科実習システムの画像表示手段で表示された歯科実習の状態を例示的に示す再構成画像の図である。この図を用いて、再構成画像による歯科実習の状態について、より詳しく、具体的に説明する。なお、以下の説明では、既に説明した部分と同じ部分については、同じ符号を付して重複説明を省略する。

【0097】図2(a)に示す歯牙S7は、図1の歯牙7の断面を、治療器具4の切削部4aの中心縦断面とを同一面で重畳させて表示したものである。この歯牙S7において、Cは治療部位、つまり、虫歯の部分で、CAは、治療目標形状、つまり、治療部位Cの形状に合わせて経験的に決められ、治療目標データとして予め与えられている理想的な切削目標形状である。

【0098】歯牙S7は、歯牙7の上部外側を覆う人体組成の中で最も硬いエナメル質Sa、その内部にあって、エナメル質Saの次に硬く、歯牙7の構造体となっている象牙質Sb、その象牙質の内部の空洞部であって、血管や神経などが走っている歯髄Scから構成されている。このエナメル質Sa、象牙質Sbは、成長、再生することは、原則としてなく、いったん、虫歯などが発生すると、その部分を切削除去などして、代替物を充

填などする補綴治療が行われる。ここでは、そのような補綴治療の一例について説明する。

【0099】ここに示す、図2(a)～(f)の図は、特に画面枠を示していないが、いずれも、図1の画像表示手段7の表示部7aに表示された再構成画像であり、実際の歯牙を示すものではない。しかしながら、本発明者は、歯顎の治療においては、その剛体としての特性から、このような再構成画像上の治療結果が、実際の治療結果、あるいは、実習結果に反映されたととしても、問題がない点に着目したものである。

【0100】表示部7aの表示を見ながら、図2(a)の状態から、(b)、(c)の状態へと治療器具4で切削すると、この治療器具4の切削部4aの軌跡と歯牙7の画像の重畳部が生じるが、システム10は、この重畳部を治療済部分CBと見なして、逐次、治療データとして記録保存し、また、図2(d)のように表示する。システム10は、治療目標形状CAと治療済部分CBとの差異部分を演算して、差異部分CSとして表示し、その差異部分の態様に応じて、切削不足なら、適当な信号により更なる切削を促し、治療目標形状CAを超えそうになる場合には、警告を発するようにしている。また、この治療過程全体、所要時間なども考慮して、歯科実習結果を評価することもできる。

【0101】更に、表示部7aの表示を見ながら、目標形状CAになるように切削した結果が図2(e)に示され、この治療済部分CBに充填物CDが充填された状態が図2(f)に示されている。このような再構成画像による実習結果が、実際の歯顎模型2の歯牙7への切削結果に対応していることは、既に、説明したことである。

【0102】こうして、実習生は、再構成画像を見ながら、実習状態を明確に把握しながら、よりの確に実習を行うことができる。また、実際の切削結果に対応している、再構成画面上の治療済部分のデータは、治療データとして、記録保存され、利用、再利用などすることができ、また、歯科実習履歴として有効活用することができる。

【0103】図3は、図1の歯科実習システムで用いる歯顎模型の一例を示すもので、(a)はその下顎を閉じた状態の側面図、(b)は下顎を開いた状態の側面図、(c)は、その歯顎模型を頭部模型に組み込み、前面を頬膜で覆った状態の正面図、(d)は側面図である。

【0104】すでに、図1で説明したように、この歯顎模型2は、人体の歯顎モデルの統計的平均値に従って製作されるので、3次元データが既知であり、また、種々のタイプがある。

【0105】また、上顎模型2Uと下顎模型2Lの連結部2aは、人体の下顎運動を模擬的に再現するような構造となっており、図3(b)に点線で示したような顎路を描くように運動する。頭部模型Aは、人体の頭部を模しており、この頭部模型Aには、顎模型2をワンタッチ

で取り付けられるようになっている。頭部模型Aの頬骨の上部に相当する部分には、口腔開口が設けられた頬マスク2bが取り付けられるようになっており、人体頭部の頬と口唇を再現している。

【0106】こうして、この歯顎模型2を備えた頭部模型によって、より、実際の人体を対象とする感覚に近い感覚で、歯科実習を行うことができる。

【0107】図4は、図1の歯科実習システムで用いる位置マーカを設置した治療器具の一例を示す外観斜視図である。

【0108】治療器具4に設置された位置マーカ3は、空間で三角形を描くように配置された3つのターゲット3a、3b、3c、これらのターゲット3a、3b、3cを先端に固定した3本のアーム3d、3e、3f、これらの3本のアーム3d、3e、3fを、それぞれが、互いに直交するように立設させたリング3gから構成され、このリング3gを治療器具4の適当な部分に外から嵌め込んで固定して使用するようになっている。

【0109】この様なターゲット3a、3b、3cを、一組の撮像手段6aで撮像して、位置演算手段6bで、得られたデジタル画像を二値化処理して、それぞれの3次元的位置を演算し、それらを基に、術者の手Jhに保持された治療器具4全体の位置と傾きを得ることができる。この場合、ターゲット3a、3b、3cを異なる色に着色したりして、その識別、区別が容易にできるようにしておくといよい。この方法は、歯顎模型2の場合、また、後述する歯顎の場合にも適用することができる。

【0110】また、このような方法以外にも、特公昭50-5508号公報(「下顎運動検出装置」)に示された、ターゲットに反射板を用い、そのターゲットにレーザー光線を照射して、その反射光を測定することによって、歯顎の位置と傾きを検出する方法、特開昭60-119922号公報(「下顎運動の再現方法及び同方法に用いる検出装置」)に示されたフリーアームの先端に設置した接触子を歯顎模型の所定の位置に固定することで測定する方法なども用いることができる。

【0111】図5は、図1の歯科実習システムの全体構成を示す外観正面図である。

【0112】この歯科実習システム10を構成する歯顎模型2を備えた頭部模型A、位置マーカ3を設置した治療器具4、撮像手段6a、画像表示手段7、演算処理装置9については、既に図1で説明した。

【0113】6cは、撮像手段6aによって撮像する部分、歯顎模型2の口腔部を照明する照明灯、10aは補綴実習用のハンドピースなどの補綴器具、10bは補綴のための切削工具などを収容する引き出し、10cは補綴器具10aの駆動操作のためのフートスイッチ、10dは補綴実習に用いるバキュームマウス、10eは治療器具4の駆動操作のためのフートスイッチ、10fは、このシステム10全体のための照明灯である。

【0114】このように、この歯科実習システム10は、上述した再構成画面を表示するための機器以外に、歯科実習に必要な機器が備えられ、また、表裏に對面して、また、左右に連続して設置できるようになっているので、歯科実習に、特に、多人数で行うものに適している。

【0115】図6は、本発明の歯科表示システムの一例を概念的に説明する全体構成図である。

【0116】この歯科表示システム20の主要部は、図1の歯科実習システム10の主要部とほぼ同様であり、異なるのは、歯顎模型2の代わりに、人体の歯顎Rが治療対象となる点だけである。そのため、図1において、相違点だけを、括弧内符号で示している。この内、RUは上顎、RLは下顎を示している。

【0117】歯科表示システム20の全体構成としては、人体を対象とするため、歯科実習システム10と異なり、患者を仰臥位で保持することのできる保持台20a、この保持台20aを上下移動可能、回転可能に支持する台座部20b、術者用椅子20cを備え、術者Jは、図1で説明したのと同様に、画像表示手段7の表示部7aに歯顎Rと治療器具4の斜視の再構成画像などを表示させ、また、図2で説明したのと同様に、歯牙と治療器具の断面の再構成画像を表示させ、それらの表示を見ながら、的確に歯科治療を行うことができ、また、その治療結果も、治療データとして記録保存することができる。人体の歯顎を対象とする場合、歯顎模型と違い、その3次元データは、人ごとによって異なり、また、同一人物でも、乳歯時期と永久歯時期、また、永久歯時期でも長期間が経過した場合、異なるものである。したがって、3次元データを新しく得る必要がある場合も多い、また、新規の患者の場合など、3次元データがない場合には、これを予め得る必要がある。これより、この3次元データを得る方法について説明する。

【0118】図7は、従来のいわゆるX線CT撮影方法を示す図である。この従来のX線CT撮影方法を図6の歯科表示システムで用いる歯顎の3次元データを得るCT画像の撮像方法として用いることができる。

【0119】この、いわゆるX線CT撮影方法のCTとは、Computed Tomographyのことをいい、規則的に角度を変えながら被写体30の周りを旋回するX線発生器11から放射される扇状のX線ビーム11bで被写体30を横断的に走査し、被写体30を挟んでX線発生器11に対向状態を保ちながら、1つの軸Pcを旋回中心として旋回するリング状に設けられたX線検出素子群40で、この被写体30を透過したX線の強度を測定し、これをコンピュータにインプットして、求める断面面の画素のX線吸収係数を計算し、その吸収係数に比例した濃度によって被写体30の画像を作り出すもので、既に広く医療に使用されているものである。

【0120】このCT撮影方法により図7のように、人

体の歯列弓Sが含まれる頭部HDの撮影を行うことにより、歯顎の3次元データを得ることができる。

【0121】図8は、図6の歯科表示システムで用いる歯顎の3次元データを得るCT画像の撮像方法の他例の説明図である。

【0122】この撮像方法は、局所照射X線CT撮影方法といわれるもので、所定の中心軸回りに回転する旋回アーム（不図示）の両端に設けられたX線発生器11と2次元X線イメージセンサ12とを用い、3次元データを希望する歯牙、ここでは、歯牙S8の中心Paに旋回アームの中心を一致させ、旋回アームを所定角度回転させながら、X線発生器11から、この歯牙S8の近傍である局所部位Pを照射するだけの照射範囲の非常に小さいX線コーンビーム11aを照射させて、その透過画像を2次元X線イメージセンサ12によってデジタル画像として取り込み、このデジタル透過画像を逆射影処理することによって、歯牙S8を含む局所部位の3次元的なX線透過係数、つまり、3次元データを得ることができるものである。

【0123】この方法は、上述の従来のいわゆるX線CT撮影方法に比べて、非常に少ないX線照射量で、また、限定された局所部位だけの3次元データを得ることができる点で優れている。なお、ここでは、歯牙S1～S8の集合体を歯列弓Sと表示している。

【0124】図9は、図6の歯科表示システムで用いる画像再構成手段で再構成された画像の例を示すもので、(a)は、歯牙の立体斜視と、その歯牙の指定された断面を示す再構成画像の図、(b)は、歯列弓Sの縦断断面面に沿って平面的に展開した歯顎の3次元画像を示す再構成画像を表示する表示部の図である。

【0125】歯顎の3次元データが与えられると、本発明の画像再構成手段5によって、種々の画像を得ることができる。図9(a)は、画像表示手段7の表示部7aに表示されたものであり、その左側は、図7または図8の方法で得られた歯牙S7の3次元データを基に再構成した歯牙S7の立体斜視の再構成画像を示している。

【0126】この立体斜視画像において、図に示すように、適宜、断面B1を指定すると、表示部7aの右側にその断面の画像が表示される。表示部7aの左側で、順次、断面B1を移動、回転させていくと、それに合わせて、右側の断面図もそれに対応したものが表示されるようになっている。こうして、非常に便利に希望の歯牙や歯顎の断面、斜視の再構成画像を得、表示させることができる。なお、この右の部分で、Raは歯牙S7を支える歯槽骨、Rbは歯槽骨Raを覆う歯肉である。

【0127】また、この右側の断面図において、図に示すように、適宜、点P1、点P2を選択して、所定のボタンを操作すると、この二点P1、P2間の距離が演算され、表示される。こうして、例えば、歯髓Scの頭頂部間の距離などを簡単に知ることができ、便利である。

【0128】図9(b)の図は、図7または図8の方法で得られた歯列弓Sの3次元データを基に再構成した歯列弓Sの縦断断面に沿って平面的に展開した歯頸の3次元画像を示す再構成画像を表示する表示部7aを示している。

【0129】図10(a)は、図6の歯科表示システムの画像表示手段で表示されるインプラントの一例の植え立て状態を示す再構成画像の図、(b)は、そのインプラントに補綴物を装着した噛み合わせ状態を示す再構成画像の図である。

【0130】図10(a)は、表示部7aに再構成された下顎RLの画像と、この下顎RLに植え立てるべきインプラントIが数種類表示された所である。この下顎RLの歯牙6は抜歯されているので、ここに、義歯を植え立てる際には、インプラントIを選択し、その最適の植え立て状態を検討する必要がある。

【0131】この場合、適宜、インプラントIを選択し、歯牙6の適当な部分に、角度を決めて模擬的に植え立てて見る。この植え立て状態が、図中に点線で示すように、不都合の場合には、システム20は、警告を表示したり、警告音を発する。適当な位置と角度で植え立てられた場合は、OKサインを出す。OKサインがあった場合、システムは、そのインプラントIに合わせた植え立て穴のデータを治療目標形状のデータとして記録保存し、インプラント用の穴の穿孔の際に利用する。

【0132】こうして、再構成画像を用いると、インプラントの植え立て治療も、的確に行うことができる。この際、図に示した歯牙6の側方から見た画像だけでなく、前方あるいは後方から見た画像も合わせ表示するようにすると、前後、左右方向からの植え立て状態の検討を同時にすることができる。

【0133】図10(b)は、図10(a)のようにして適正なインプラントIを選択した後に、抜歯した歯牙6の代用となる補綴物Hを装着し、その上で、上顎RUと下顎RLの噛み合わせ運動を患者にさせ、その運動を位置測定手段6で読み取って、その運動を再構成して、上顎RUと下顎RLの噛み合わせ状態を表示部7aに表示させている所を示している。

【0134】こうして、噛み合わせ状態をチェックしながら、補綴物Hの修正を施し、適正な噛み合わせ状態になった所で、修正された補綴物Hのデータを記録保存し、これを歯科技工士に提供することで、補綴物作成のための型取りなどをすることなく、補綴物を製作することができる。

【0135】また、補綴物Hの装着状況も、的確に判断することができる。例えば、補綴物Hと他の歯牙との噛み合い接触度の相違を数値化して、これを表示すれば、補綴物の修正などもよりやり易くなる。

【0136】なお、以上の説明では、再構成画像を充填治療、インプラント治療に用いる例を説明したが、歯牙

の内部構造を希望の断面で治療器具の切削部と同時に再構成画像として見るできるので、従来、経験と勘にたよりながら、ほとんど手探り状態で行ってきた根管治療にも、このシステムは非常に有効である。

【0137】図11は、図6の歯科表示システムの画像表示手段で表示される歯牙の除去状態と下顎の運動の一例を示す再構成画像の図である。

【0138】上顎RUに上顎用の位置マーカ3U、下顎RLに下顎用の位置マーカ3Lをつけて、位置測定手段6で測定すれば、上顎RUが動いたりした場合でも、図に示すように、上顎RUに対する下顎RLの運動を、再構成画像として、表示部7aに表示することができ、顎運動不全などの治療に役立てることができる。

【0139】また、図9(a)で説明したように、一本、一本の歯牙の形状を分離して表示することができるので、図示したように、歯牙S6を抜歯した状態を再構成画像として、表示部7aに表示することができ、抜歯治療に役立つ。

【0140】図12(a)は、図6の歯科表示システムの画像表示手段で表示される頭部のカメラ画像とX線画像の重ね合わせ状態の一例を示す再構成画像の図、

(b)は、頭部のX線画像と顎顔面頭蓋の分析に用いられる基準線、基準平面の重ね合わせ状態の一例を示す再構成画像の図である。

【0141】図12(a)は、口腔カメラと同様に、人体の歯頸の外観の二次的画像データを撮像する通常のカメラの画像と、セファロX線撮影方法で得られた頭骸骨の画像とを、画像再構成手段を用いて、重畳して表示部7aに表示した所を示している。

【0142】このようにすると、頭骸骨と顔との関係がよりビジュアルになり、専門外の人の理解を助ける利点があり、この方法は、口腔カメラによる2次元画像データと歯頸の3次元画像データの重畳表示にも利用することができ、同様の効果を発揮する。

【0143】また、この際、図に示すように、拡大縮小可能に、または、図示していないが、回転可能に、または、拡大縮小かつ回転可能に表示させるようにでき、治療に適切な大きさと位置から、再構成画像を見ることができる。

【0144】図12(b)は、セファロX線撮影方法で得られた頭骸骨の画像に、頭骸骨構造を把握するのに必要な基準平面や、基準線を、画像再構成手段を用いて、表示部7aに重畳表示させたもので、矯正治療に用いることができる。

【0145】また、X線画像の重ね合わせの場合、同じ部位を、強度つまり浸透力の異なるX線を照射して得られた異なる3次元データから再構成された画像を重ね合わせることもでき、この場合、図10(b)や、図11に示すように、骨などの硬組織だけでなく、軟組織も重畳表示することができ、より解りやすい表示が可能にな

る。また、造影剤を用いて、血管、リンパ腺などの特定の組織だけを画像化したものと重畳表示させることによって、特殊用途の治療にも役立つ。

【0146】図13は、本発明の歯科表示システムにおいて得られた再構成画像の遠隔地での利用形態を示す概念図である。

【0147】歯科表示システム20は、院内LANや、公衆回線などを介して、同じ院内の他の治療室や、他の地域などの遠隔地にある同様の歯科表示システム20Aと接続されている。歯科表示システム20Aは、システム20と同様の画像表示手段7A、演算処理装置9Aを備え、さらに、口腔カメラ13aを備えた口腔カメラシステム13と、入力手段としてのマウス20cを備えている。

【0148】こうして、歯科表示システム20から、オンライン、オフライン、あるいは、リアルタイム、ノンリアルタイムで、デジタル化された再構成画像データや、治療データを歯科表示システム20Aに送信することによって、遠隔地で、この表示を見ながら、歯科表示システム20で治療を行っている術者にアドバイスを与えたり、保存記録されたデータを利用したりすることができる。

【0149】また、治療データや、補綴物データを記録媒体に記録保存して、あるいは、通信で、歯科技工士に送り、補綴物などを製作することもできる。

【0150】また、歯科表示システム20を稼働させるプログラムも、記録媒体に記録保存したり、通信で送ることもでき、そのプログラムを読み取らせて、インストールすることで、歯科表示システム20が稼働していないシステムで、同じシステムを稼働させることができる。

【0151】なお、図6以降、歯科表示システム20について説明した事項は、対象を歯顎模型に変更することで、先に説明した歯科実習システムにも適用でき、同様の効果を発揮するものである。

【0152】

【発明の効果】請求項1に記載の再構成画像による歯科実習方法によれば、再構成画像を用いる手法を、歯科実習方法に具体化したもので、重畳表示された歯顎模型と治療器具の再構成画像を見ながら、実習を行うので、いわゆる、死角がなく、実習に相応しい断面や、斜視の画像を見ながら、的確に実習をすることができる。

【0153】請求項2に記載の再構成画像による歯科実習方法によれば、請求項1に記載の歯科実習方法の効果に加え、画像選択手段で、実習に最適の治療器具と歯顎模型の断面、斜視の再構成画像を選択できるので、実習状況の把握に便利である。請求項3に記載の再構成画像による歯科実習方法によれば、請求項1または2のいずれかに記載の歯科実習方法の効果に加え、上記位置測定手段が、所定の位置に固定された撮像手段と、位置測定

手段をより具体的に規定したので、位置測定手段を容易に構成することができる。

【0154】請求項4に記載の再構成画像による歯科実習方法によれば、請求項1～3のいずれかに記載の歯科実習方法の効果に加え、歯顎が剛体として把握できることを前提として、治療器具の軌跡と歯顎模型の重畳部分を、その治療器具の切削部によって切削された部分、つまり、治療済部分と見なして、表示し、治療データとして記録保存するので、治療済部分が、明確に把握でき、また、治療データを利用、再利用することができる。

【0155】請求項5に記載の再構成画像による歯科実習方法によれば、請求項4に記載の歯科実習方法の効果に加え、請求項4の特徴を更に生かして、治療目標形状を3次元データとして与え、これと治療済部分と、両者の差異部分とを表示し、また、この差異部分によって、歯科実習を評価し、警告を発するようにしたもので、歯科実習に適している。

【0156】請求項6に記載の再構成画像による歯科実習方法によれば、請求項1～3のいずれかに記載の歯科実習方法の効果に加え、再構成画像をインプラント植えて実習に適用したので、この実習をより的確に行うことができる。

【0157】請求項7に記載の再構成画像による歯科実習方法によれば、請求項6に記載の歯科実習方法の効果に加え、再構成画像をインプラントを用いた補綴物の装着実習に適用したもので、この実習を的確に行うことができ、また、別途型取りなどすることなく、適正な補綴物を製作することができる。

【0158】請求項8～14の歯科実習システムは、それぞれ、請求項1～7の歯科実習方法を実現するものであり、それらの方法と同様の効果を発揮する。

【0159】請求項15～21の記録媒体は、それぞれ、請求項1～7の歯科実習方法を実現するプログラムを記録したものであり、これを記録媒体読取装置を備えたシステムに読み取らせ、実行させることによって、その方法と同様の効果を発揮させることができる。請求項22に記載の再構成画像による歯科表示システムによれば、請求項1に記載の歯科実習方法の歯顎模型を歯顎に置き換え、治療中の歯顎と治療器具の再構成画像を表示させるようにしたシステムであるので、歯顎を治療対象とする場合にも、請求項1の歯科実習方法と同様の効果を発揮する。

【0160】請求項23に記載の再構成画像による歯科表示システムによれば、請求項22に記載の歯科表示システムの効果に加え、請求項2の画像選択手段と同様の画像選択手段を特徴とするので、治療に最適の画面によって、的確な治療を行うことができる。

【0161】請求項24に記載の再構成画像による歯科表示システムによれば、請求項2または23のいずれかに記載の歯科表示システムの効果に加え、請求項3と



同様に、位置測定手段をより具体的に規定したので、位置測定手段を容易に構成することができる。

【0162】請求項25に記載の再構成画像による歯科表示システムによれば、請求項22～24のいずれかに記載の歯科表示システムの効果に加え、請求項4と同様に、歯頸が剛体として把握できることを前提として、治療器具の軌跡と歯頸の重畳部分を、その治療器具の切削部によって切削された部分、つまり、治療済部分と見なして、表示し、治療データとして記録保存するので、治療済部分が、明確に把握でき、また、治療データを利用、再利用することができる。

【0163】請求項26に記載の再構成画像による歯科表示システムによれば、請求項25に記載の歯科表示システムの効果に加え、請求項5と同様に、請求項25の特徴を更に生かして、治療目標形状を3次元データとして与え、これと治療済部分と、両者の差異部分とを表示し、また、この差異部分によって、歯科治療を評価し、警告を発するようにしたので、歯科治療に適している。

【0164】請求項27に記載の再構成画像による歯科表示システムによれば、請求項22～24のいずれかに記載の歯科表示システムの効果に加え、請求項6と同様に、再構成画像をインプラント植え立て状態の表示に適用したもので、この治療をより的確に行うのに役立つ。

【0165】請求項28に記載の再構成画像による歯科表示システムによれば、請求項27に記載の歯科表示システムの効果に加え、請求項7と同様に、再構成画像をインプラントを用いた補綴物の装着状態の表示に適用したもので、この治療をより的確に行うのに役立つ。

【0166】請求項29に記載の再構成画像による歯科表示システムによれば、請求項28に記載の歯科表示システムの効果に加え、請求項7の再構成画像をインプラントを用いた補綴物の装着状態の表示に適用し、噛み合わせ状態を見ながら、補綴物の修正を行い、その補綴物のデータを用いて、補綴物の製作を行う点だけを別項としたので、別途型取りなどすることなく、適正な補綴物を製作することができる。

【0167】請求項30に記載の再構成画像による歯科表示システムによれば、請求項22～24のいずれかに記載の歯科表示システムの効果に加え、再構成画像を歯牙の除去状態を示すのに用いたので、抜歯治療の治療前チェックなどに有効である。

【0168】請求項31に記載の再構成画像による歯科表示システムによれば、再構成画像を下顎運動の表示に用いたものである。したがって、患者を侵襲することなく、正確な下顎運動を把握することができる。

【0169】請求項32に記載の再構成画像による歯科表示システムによれば、再構成画像を、口腔カメラを用いて得られた歯牙または顔面の2次元画像データにも適用したので、より人間の視覚画像に近い口腔カメラの画像と重畳させることによって、より、感覚的に把握しや

すい画像を得ることができる。

【0170】請求項33に記載の再構成画像による歯科表示システムによれば、請求項32に記載の歯科表示システムの効果に加え、口腔カメラの画像と重畳させた再構成画像を、拡大縮小可能に、または、回転可能に、または、拡大縮小かつ回転可能に表示させるようにしたので、治療に適切な大きさと位置から、再構成画像を見ることができる。

【0171】請求項34に記載の再構成画面による歯科表示システムによれば、請求項22～33に記載の歯科表示システムの効果に加え、画像表示手段は、歯頸の再構成画面の任意の2点間の距離を算出し、表示するようにしたので、治療に必要な距離を簡単に得ることができる。

【0172】請求項35に記載の再構成画像による歯科表示システムによれば、請求項22～34に記載の歯科表示システムの効果に加え、治療データなどを含んだ再構成画像データは、記録保存し、送受信できるものである点を利用して、これを積極的に、送信して、遠隔地での利用、表示、またはその双方ができるようにしたので、遠隔地の経験ある術者のアドバイスを受けながら治療を行ったりすることができる。

【0173】請求項36～49の記録媒体は、それぞれ、請求項22～35の歯科表示システムを実現するプログラムを記録したものであり、これを記録媒体読取装置を備えたシステムに読み取らせ、実行させることによって、そのシステムと同様の効果を発揮させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の歯科実習システムの一例を概念的に説明する全体構成図

【図2】(a)～(f)は、図1の歯科実習システムの画像表示手段で表示された歯科実習の状態を例示的に示す再構成画像の図

【図3】図1の歯科実習システムで用いる歯頸模型の一例を示すもので、(a)はその下顎を閉じた状態の側面図、(b)は下顎を開いた状態の側面図、(c)は、その歯頸模型を頭部模型に組み込み、前面を頬膜で覆った状態の正面図、(d)は側面図

【図4】図1の歯科実習システムで用いる位置マークを設置した治療器具の一例を示す外観斜視図

【図5】図1の歯科実習システムの全体構成を示す外観正面図

【図6】本発明の歯科表示システムの一例を概念的に説明する全体構成図

【図7】図6の歯科表示システムで用いる歯頸の3次元データを得るCT画像の撮像方法の一例である、従来のいわゆるX線CT撮影方法の説明図

【図8】図6の歯科表示システムで用いる歯頸の3次元データを得るCT画像の撮像方法の他例の説明図



【図9】図9は、図6の歯科表示システムで用いる画像再構成手段で再構成された画像の例を示すもので、

(a)は、歯牙の立体斜視と、その歯牙の指定された断面を示す再構成画像の図、(b)は、歯列弓の縦断断面に沿って平面的に展開した歯顎の3次元画像を示す再構成画像を表示する表示部の図

【図10】(a)は、図6の歯科表示システムの画像表示手段で表示されるインプラントの一例の植え立て状態を示す再構成画像の図、(b)は、そのインプラントに補綴物を装着した噛み合わせ状態を示す再構成画像の図

【図11】図6の歯科表示システムの画像表示手段で表示される歯牙の除去状態と下顎の運動の一例を示す再構成画像の図

【図12】(a)は、図6の歯科表示システムの画像表示手段で表示される頭部のカメラ画像とX線画像の重ね合わせ状態の一例を示す再構成画像の図、(b)は、頭部のX線画像と顎顔面頭蓋の分析に用いられる基準線、基準平面の重ね合わせ状態の一例を示す再構成画像の図

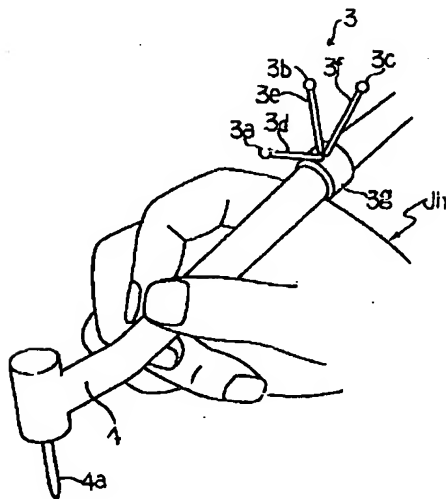
【図13】本発明の歯科表示システムにおいて得られた再構成画像の遠隔地での利用形態を示す概念図

【符号の説明】

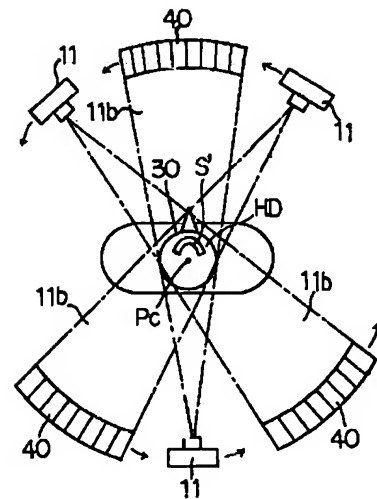
- 1 位置マーカ
- 2 歯顎模型
- 2U 上顎模型
- 2L 下顎模型
- 3 位置マーカ
- 4 治療器具
- 5 画像再構成手段

- 6 位置測定手段
- 6a 撮像手段
- 6b 位置演算手段
- 7 画像表示手段
- 7A 画像選択手段
- 7B 画像記録手段
- 7C CPU(中央演算処理手段)
- 8 記録媒体
- 9 演算処理装置
- 10 歯科実習システム
- 11 X線発生器
- 12 2次元X線イメージセンサ
- 13 口腔カメラ
- 20 歯科表示システム
- A 頭部模型
- B 断面
- C 治療部位
- CA 治療目標形状
- CB 治療済部分(重畳部分)
- CC 充填物
- I インプラント
- H 補綴物
- R 歯顎
- RU 上顎
- RL 下顎
- S 歯列弓
- S1~S8 歯牙
- F 顔面

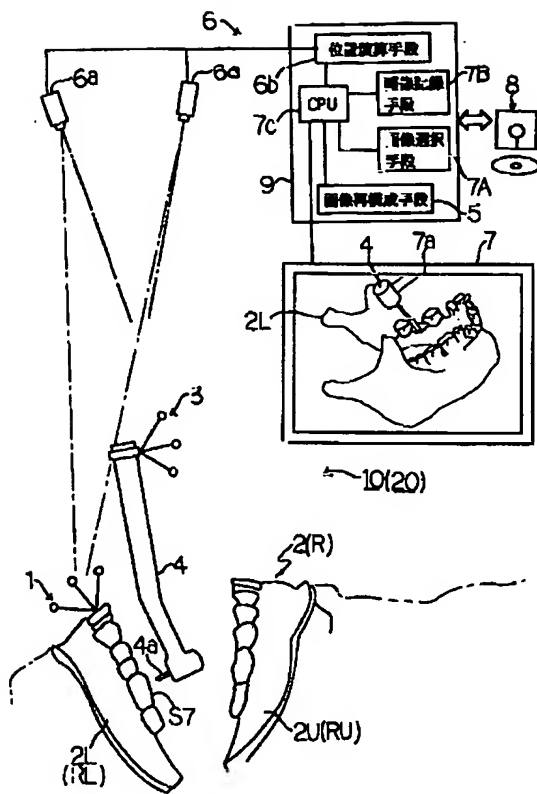
【図4】



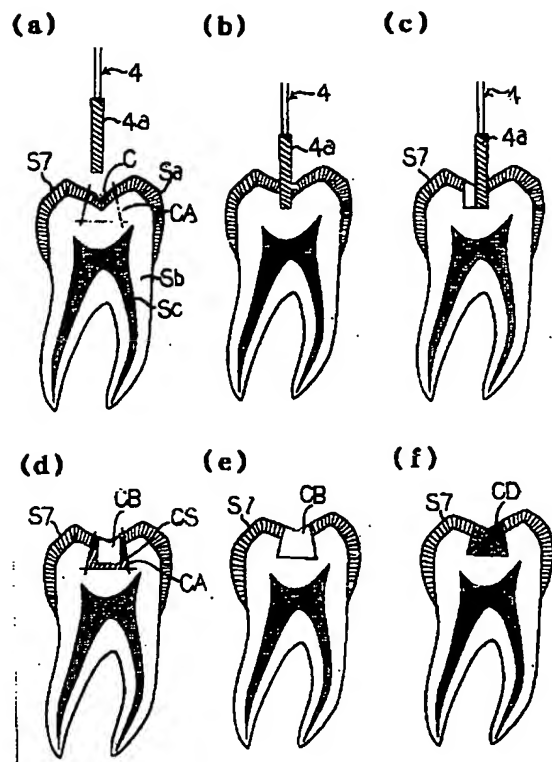
【図7】



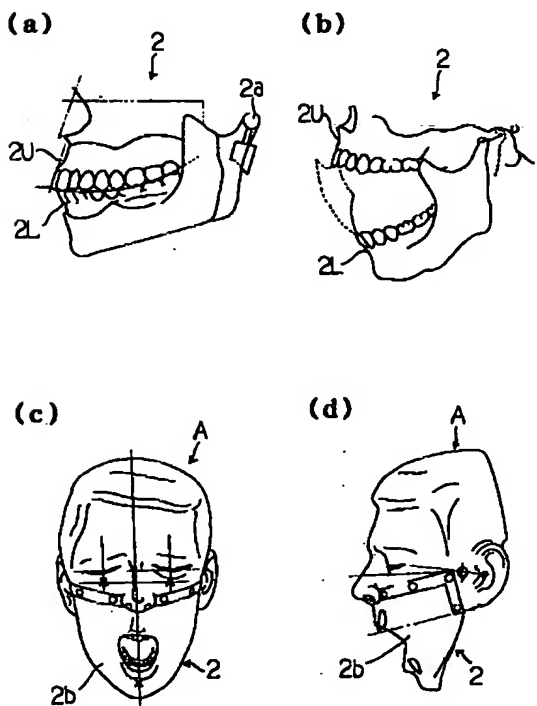
【図1】



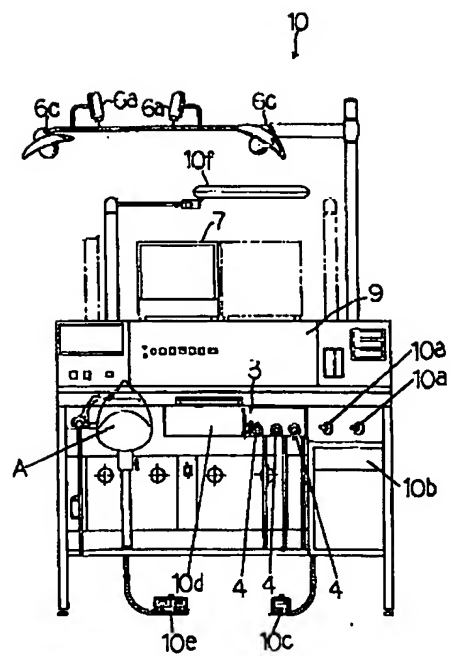
【図2】



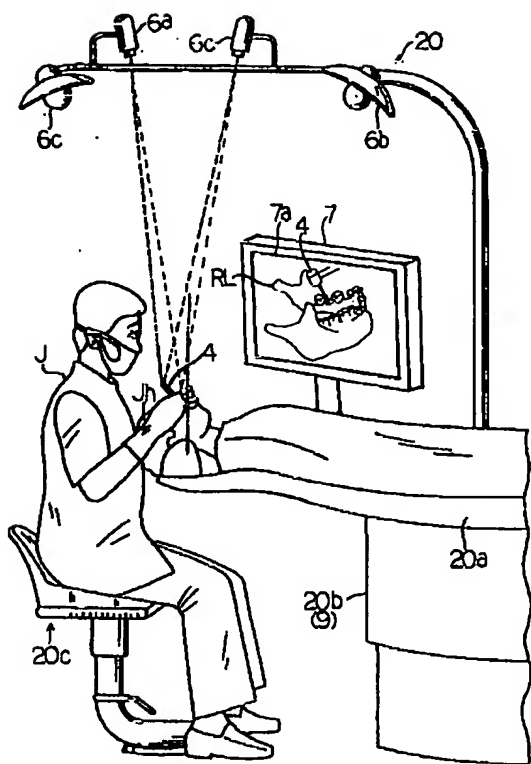
【図3】



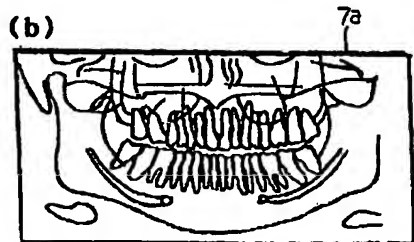
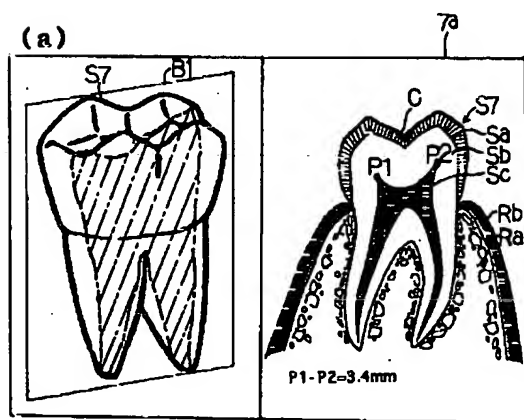
【図5】



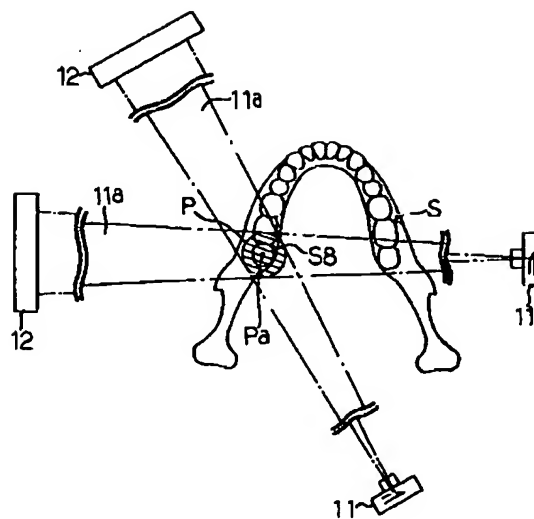
【図6】



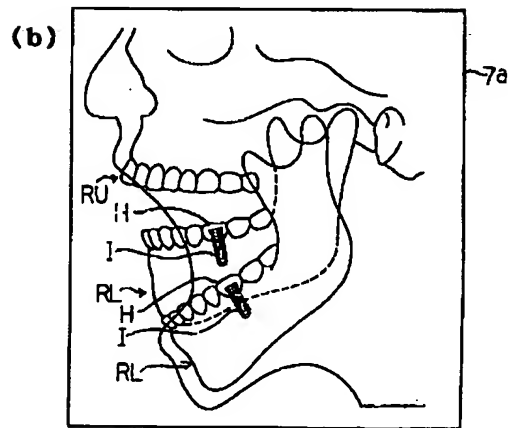
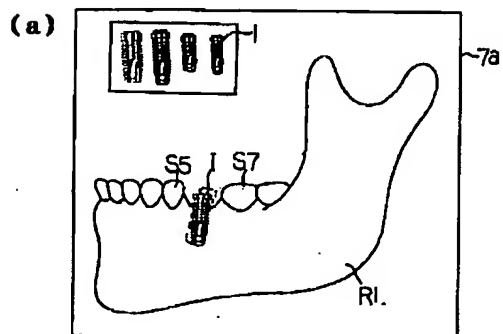
【図9】



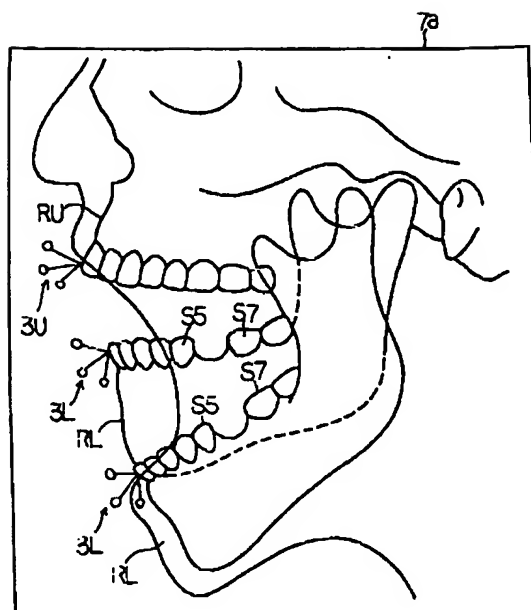
【図8】



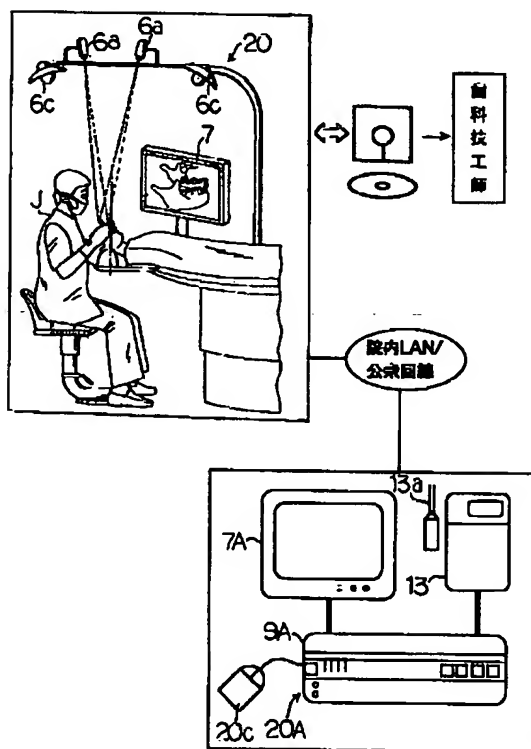
【図10】



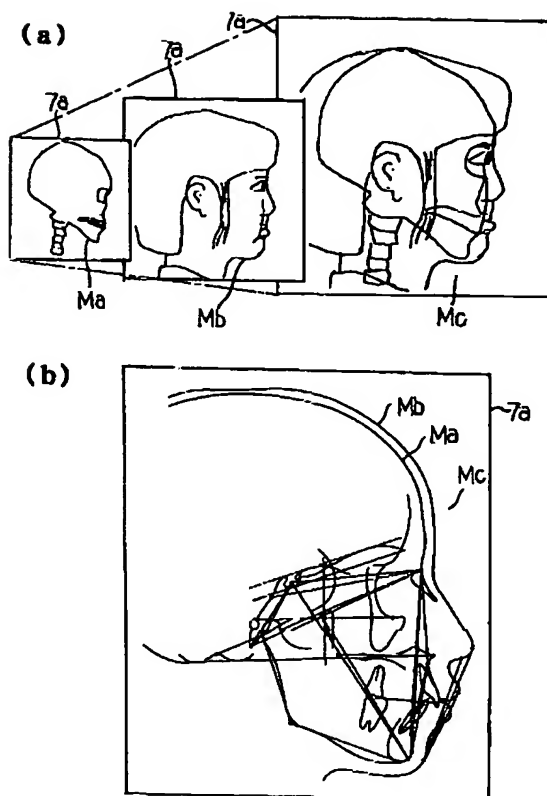
【☒ 1 1】



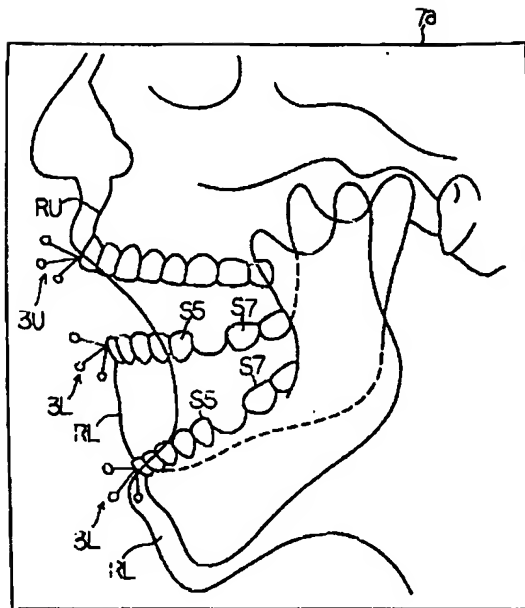
【例 13】



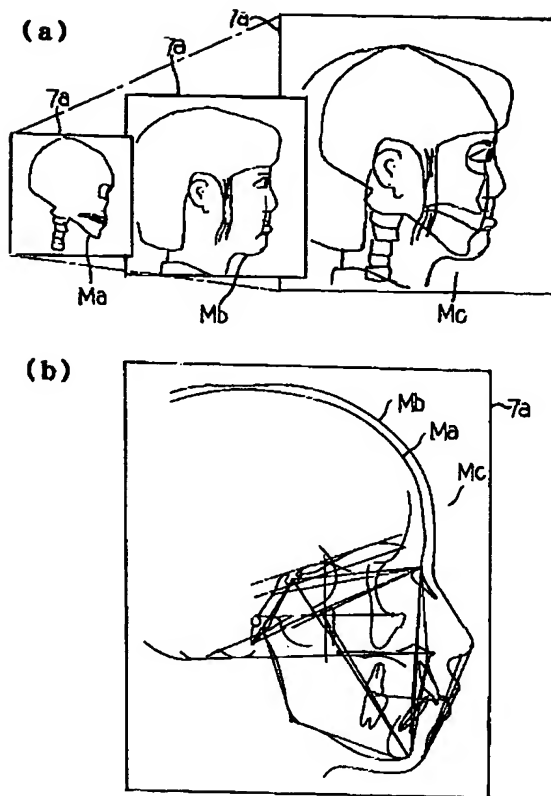
【図 12】



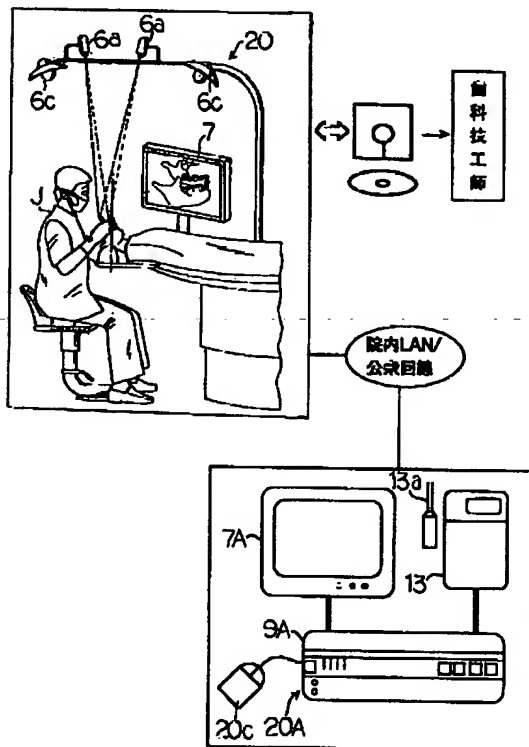
【図11】



【図12】



【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**